ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JANVIER 1905.

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente un Volume imprimé à l'Observatoire d'Abbadia, sous le titre : *Observations faites au cercle méridien en* 1899 *et* 1900, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sougarret, Bergara et Sorreguieta, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, directeur de l'Observatoire.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Conductibilité extérieure ou superficielle, représentative, pour un corps donné, du pouvoir refroidissant d'un courant fluide.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. Un corps solide, immergé dans un courant fluide d'une nature, d'une vitesse et d'une direction données, est refroidi par ce courant proportionnellement à son excès actuel θ_0 de température sur lui, avec une approximation et entre des limites beaucoup plus étendues que lorsque le refroidissement a lieu dans le vide ou dans un air en repos. En d'autres termes, la loi usuelle de Newton s'y applique très bien, et pour des différences de température pouvant atteindre, dans un courant d'air, non pas une douzaine de degrés, comme au sein d'un gaz en repos, mais jusqu'à plus de 300° C. (¹). Il est donc naturel d'exprimer le pouvoir refroidissant du

---

(¹) *Voir*, par exemple, le Tome II de mes leçons sur la *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière* (p. 189).

courant au moyen d'une conductibilité superficielle *fictive* k, attribuée au corps, telle, que le flux total de chaleur qui lui serait enlevé par unité de temps, à raison de cette conductibilité, et conformément à la loi usuelle de Newton, égalât précisément celui que le courant lui prend en effet. On aura ainsi une conductibilité *équivalente au courant fluide quant au pouvoir refroidissant ;* et *celui-ci se trouvera,* pour ainsi dire, *évalué* ou réduit *en conductibilité.*

Considérons, d'après cela, sur le corps, l'étroite bande de surface, dont L désignera la longueur et E la largeur moyenne, que baigne un mince filet fluide, depuis la *proue* ou extrémité *amont* du corps, atteinte la première par le courant, qui s'y divise en une nappe ou un réseau de filets enveloppant tout le corps, jusqu'à la *poupe* ou extrémité *aval,* où se réunissent tous ces filets élémentaires pour quitter ensemble le corps. Cette surface EL, ainsi refroidie par un même filet dont L est le *trajet* total sur le corps, cède à ce filet une quantité de chaleur exprimée, dans le second membre de la formule (1) de ma dernière Note (*Comptes rendus,* 2 janvier 1905, p. 15), par $2\theta_0\sqrt{\frac{KCV}{\pi}\int \varepsilon^2 d\beta}$, où K, C, V sont la conductibilité intérieure du courant, sa capacité calorifique par unité de volume et sa vitesse générale, où $V\,d\beta$ est la variation du potentiel des vitesses le long d'un élément dL du trajet L, c'est-à-dire le produit, $v\,dL$, par cet élément dL, de la vitesse correspondante v avec laquelle le fluide y ruisselle sur le corps, et, enfin, ε la *largeur* effective qu'y présente le filet fluide, ou $\varepsilon\,dL$ l'aire correspondante baignée. La conductibilité extérieure, k, représentative du pouvoir refroidissant *de ce filet fluide, ou évaluée pour la surface qu'arrose celui-ci,* se déterminera donc par l'équation

$$(1)\qquad k\theta_0\int \varepsilon\,dL \quad \text{ou} \quad k\theta_0\,\mathrm{EL} = 2\theta_0\sqrt{\frac{KC}{\pi}\int \varepsilon^2 v\,dL};$$

et elle aura l'expression

$$(2)\qquad k = \left[\frac{2}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\int_0^L \left(\frac{\varepsilon}{E}\right)^2 \frac{v}{V}\frac{dL}{L}}\right]\sqrt{\frac{KCV}{L}}.$$

II. La quantité entre crochets y est un coefficient numérique, variable avec la forme de la bande EL arrosée par le filet fluide, c'est-à-dire avec le rapport $\frac{\varepsilon}{E}$ de sa largeur effective ε en chaque point à sa largeur moyenne E, et variable aussi avec la configuration du corps dans le courant, d'après

laquelle se réglera, sur chaque élément dL du trajet, le rapport $\frac{v}{V}$ de la vitesse locale v d'écoulement à la vitesse générale V du courant fluide. Ce coefficient numérique sera évidemment le même, dans tous les corps semblables et semblablement orientés dans le courant, pour les filets qui s'y trouveront disposés d'une manière analogue. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, *la conductibilité extérieure k représentative du pouvoir refroidissant d'un courant fluide est proportionnelle à* $\sqrt{\frac{KCV}{L}}$, c'est-à-dire *aux quatre racines carrées de la conductibilité intérieure* K *du courant, de sa capacité calorifique* C *par unité de volume, de sa vitesse générale* V, *et de l'inverse du trajet* L *des filets fluides sur le corps.*

Cette proportionnalité inverse, de k à $\sqrt{L}$, s'explique en observant que le fluide s'échauffe le long du chemin L et y devient de moins en moins apte à refroidir le corps.

III. Le cas le plus simple est celui d'un plateau mince, tangent au courant, ou qui ne le trouble pas d'une manière sensible. Alors des filets voisins glissant sur le corps gardent leur vitesse primitive V et leur espacement initial E; de sorte que la valeur moyenne du produit $\left(\frac{\varepsilon}{E}\right)^2 \cdot \frac{v}{V}$ est l'unité. Le coefficient numérique entre crochets, dans (2), se réduit donc à $\frac{2}{\sqrt{\pi}} = 1,1284$.

Vient ensuite le cas d'un cylindre indéfini ayant son axe normal au courant, où, par raison de symétrie, l'écoulement se fait de la même manière dans tous les plans perpendiculaires à cet axe. On y a donc $\varepsilon = E$; et le coefficient numérique entre crochets, dans (2), devient le produit de $\frac{2}{\sqrt{\pi}}$ par la racine carrée du rapport moyen de la vitesse v d'écoulement sur le corps à la vitesse générale V du courant. Par exemple, si le cylindre est elliptique, cas traité dans ma Note du 9 mai 1904 (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1134), le trajet L est la moitié du contour S de la section droite. Soit alors S' le périmètre du rectangle circonscrit à cette ellipse et ayant ses côtés parallèles aux axes $2a$, $2b$. Il résulte aisément de la dernière formule de la Note citée du 9 mai 1904, que $\int \frac{d\beta}{L}$ ou $\int_0^L \frac{v}{V} \frac{dL}{L}$ a la valeur $\frac{S'}{S}$. La formule (2) devient donc

$$k = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{S'}{S}} \sqrt{\frac{KCV}{L}}. \tag{3}$$

Le coefficient numérique $\sqrt{\frac{4}{\pi}\frac{S'}{S}}$ y grandit de

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \quad \text{à} \quad \left(\frac{2}{\sqrt{\pi}}\right)^2 = \frac{4}{\pi} = \frac{S'}{S} = 1,2732,$$

quand le cylindre, supposé d'abord infiniment aplati, ou réduit au plateau mince du premier cas (mais heurté par le courant sous un angle quelconque), acquiert une épaisseur de plus en plus grande et devient circulaire ([1]). On voit que le rapport $\frac{v}{V}$ y a, le long du trajet des filets fluides sur le corps, sa valeur moyenne supérieure à l'unité.

IV. Il n'en est plus de même pour une sphère, corps le plus simple de tous ceux qui sont de révolution autour d'un axe ayant la direction du courant et que j'ai étudiés dans une Note du 16 mai 1904 (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1189). Alors ce rapport $\frac{v}{V}$ a, le long du trajet L des filets fluides sur le corps, sa valeur moyenne un peu inférieure à l'unité, savoir, égale au quotient, $\frac{3}{\pi}$, par le demi-méridien $L = \pi R$, de l'intégrale $\int d\beta$ prise le long de ce demi-méridien. Mais, par contre, la largeur ε des filets fluides contigus au corps est très variable, le long du même demi-méridien L; et il en résulte, comme on verra ci-après, une notable augmentation du coefficient numérique $\sqrt{\frac{4}{\pi}\int_0^L \left(\frac{\varepsilon}{E}\right)^2 \frac{v}{V}\frac{dL}{L}}$, qui devient $\sqrt{2} = 1,4142$.

On voit, par les deux exemples du cylindre circulaire et de la sphère, comparés à celui du plateau mince et entre eux, que ce coefficient numé-

---

([1]) Son accroissement continu se reconnaît aisément sur la formule du contour S approchée (sauf pour les ellipses très aplaties) que j'ai donnée dans mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (t. II, *Partie élémentaire*, p. 112). Cette expression est

$$S = \pi\left(3\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab}\right).$$

Divisée par le contour $S' = 4(a+b)$ du rectangle circonscrit, elle donne

$$\frac{S}{S'} = \frac{\pi}{8}\left(3 - \frac{\sqrt{2a.2b}}{a+b}\right),$$

valeur visiblement croissante quand la moyenne géométrique $\sqrt{2a.2b}$ des axes a un rapport de plus en plus faible à leur moyenne arithmétique $a+b$, c'est-à-dire quand l'ellipse s'éloigne de la forme circulaire.

rique croît sensiblement avec la *convexité* du corps le long du filet fluide, non seulement suivant le sens de celui-ci, mais même dans le sens perpendiculaire. Cela résulte aussi des valeurs qu'il prend chez les ellipsoïdes de révolution ayant leur axe parallèle au courant, notamment dans les deux cas extrêmes d'un disque circulaire et d'une longue aiguille, où ses valeurs respectives sont $\frac{8}{\pi\sqrt{3}} = 1,4702$ et $\frac{8}{\pi}\sqrt{\frac{2}{3\pi}} = 1,1731$, dont la première est rendue très forte, sans doute, par le retournement rapide des filets sur le contour du disque, et dont la seconde excède $\frac{2}{\sqrt{\pi}}$, malgré la forme presque rectiligne du trajet L, en raison des fortes courbures de l'aiguille dans le sens des (cercles) parallèles.

V. En général, le rapport $\frac{v}{V}$, nul aux deux extrémités du trajet L, où se font l'épanouissement et la reconstitution du filet central, excède sensiblement l'unité vers le milieu de ce trajet, à cause du rétrécissement qu'apporte le corps aux sections d'écoulement des filets qui l'entourent et de l'accélération du mouvement qui en résulte ([1]). Sa valeur moyenne ne doit donc pas différer beaucoup de l'unité. Et comme, d'autre part, le rapport $\frac{\varepsilon}{E}$ a pour valeur moyenne 1, l'on conçoit que la valeur moyenne du produit $\left(\frac{\varepsilon}{E}\right)^2 \frac{v}{V}$ ne s'écarte pas, non plus, beaucoup de l'unité. Par suite, le coefficient numérique de k ne sera pas très éloigné de $\frac{2}{\sqrt{\pi}} = 1,1284$. Les exemples précédents tendraient à le faire prendre égal environ à 1,3, avec des écarts qui ne dépasseraient guère le huitième de cette valeur en plus ou en moins.

VI. L'on s'explique, comme il suit, que toutes ces valeurs excèdent $\frac{2}{\sqrt{\pi}}$.

([1]) Cette accélération, qui rend le rapport $\frac{v}{V}$ toujours supérieur à l'unité sur le contour du corps, prend, naturellement, ses fortes valeurs, quand le passage des filets fluides est le plus rétréci ou gêné, c'est-à-dire dans les cas comme celui du cylindre de longueur indéfinie normal au courant, où le fluide ne peut franchir le corps que par deux côtés, suivant les deux sens opposés perpendiculaires à l'axe; et elle est moindre, au contraire, en donnant lieu, comme on vient de voir, à des valeurs moyennes de $\frac{v}{V}$ inférieures à 1, dans un corps limité de toutes parts, comme la sphère, que le courant contourne librement suivant tous les azimuts.

Posons, en général,

$$\varepsilon = \mathrm{E}(1+\varepsilon'), \qquad v = \mathrm{V}(1+\delta),$$

expressions où ε' aura la valeur moyenne zéro et δ une valeur moyenne (positive ou négative) assez petite. Il en résultera

$$\left(\frac{\varepsilon}{\mathrm{E}}\right)^2 \frac{v}{\mathrm{V}} = 1 + 2\varepsilon' + \delta + \varepsilon'^2 + 2\varepsilon'\delta + \varepsilon'^2\delta.$$

Donc l'intégrale $\int_0^{\mathrm{L}} \left(\frac{\varepsilon}{\mathrm{E}}\right)^2 \frac{v}{\mathrm{V}} \frac{d\mathrm{L}}{\mathrm{L}}$ deviendra, en désignant par le symbole $\mathfrak{M}$ la moyenne de la quantité inscrite à la suite,

$$1 + \mathfrak{M}\delta + \mathfrak{M}(\varepsilon'^2) + \mathfrak{M}(2\varepsilon'\delta) + \mathfrak{M}(\varepsilon'^2\delta),$$

expression où non seulement la moyenne de ε'^2, mais celle de $2\varepsilon'\delta$ seront positives, vu que δ aura le signe (négatif ou positif) de ε' tant aux deux extrémités qu'au milieu du chemin L. Les signes divers de δ devant rendre peu sensible la valeur moyenne du produit du troisième degré $\varepsilon'^2\delta$, il ne pourra guère y avoir de négatif (quand il le sera) que le petit terme $\mathfrak{M}\delta$. L'intégrale paraît donc devoir être toujours supérieure à l'unité.

Le coefficient numérique par lequel il faut multiplier $\sqrt{\frac{\mathrm{KCV}}{\mathrm{L}}}$, pour obtenir k, aurait ainsi comme valeur minimum $\frac{2}{\sqrt{\pi}} = 1,128$ [1].

---

(1) J'ai appris depuis peu l'existence d'expériences déjà anciennes sur le pouvoir refroidissant des courants fluides, dues à Ser, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, qui les a relatées dans son *Traité de Physique industrielle* (t. I, 1888, p. 142 à 162). Quoique le courant, au lieu d'être latéralement indéfini, y fût toujours d'assez faible épaisseur et, le plus souvent, contenu dans un tube de quelques centimètres seulement de diamètre, qui constituait le corps chaud, néanmoins les deux lois de proportionnalité du pouvoir refroidissant du courant à l'excès θ_0 de température du corps et à la racine carrée de la vitesse V, se vérifiaient toutes les fois que la distance moyenne du fluide à la paroi était quelque peu comparable à la longueur du tube; en sorte qu'on pût admettre, *tout au moins pour le filet central ou axial, la conservation approchée de sa température primitive ou d'amont*, hypothèse essentielle de notre analyse.

Dans les tubes plus étroits, la chaleur emportée était proportionnelle à une fonction de V plus rapidement croissante que $\sqrt{\mathrm{V}}$, susceptible même d'atteindre la première puissance V quand tous les filets fluides, jusqu'à l'axe, finissaient par acquérir, avant leur sortie, la température θ_0 du tube; alors, en effet, tout le fluide quittait le tube

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude micrographique de la météorite de Cañon Diablo.* Note de MM. H. **Moissan** et F. **Osmond**.

Pour tirer des conclusions plus complètes de l'étude de la météorite de Cañon Diablo il était indispensable d'en faire l'étude micrographique. Cet examen a porté sur le métal et sur les nodules que renferme cette météorite.

Méthode employée. — Parmi les constituants habituels des météorites holosidères nous avons rencontré les suivants :

1° La Kamacite ; c'est le fer lui-même pouvant contenir, en solution solide, une proportion variable de nickel, mais toujours inférieure à 7 pour 100 environ. Il forme la masse importante de la météorite et entoure complètement les nodules dont nous avons parlé. Il peut présenter un très beau poli, mais ne possède pas toujours une grande homogénéité; 2° la Plessite, mélange eutectique de Kamacite et de Taenite pouvant se réduire, si le refroidissement a été infiniment lent, à de simples filaments de Taenite (alliage de fer riche en nickel); 3° la Cohénite, appelée aussi, en micrographie métallurgique, *cémentite*, et qui est formée par le carbure de fer Fe^3C; 4° la Schreibersite, appelée aussi *rhabdite* quand elle est sous la forme de petits grains nettement cristallisés; c'est le phosphure de fer et de nickel $(FeNi)^3P$; 5° la Troïlite ou sulfure de fer de formule FeS; 6° des filons de matières oxydées. L'examen microscopique présente aussi un certain nombre de cavités provenant de l'arrachement des substances qui ne sont pas assez résistantes pour supporter le grattage et le polissage nécessaires pour produire la surface miroitante.

---

avec sa charge maxima de chaleur, proportionnelle à θ_0, et *le pouvoir refroidissant du courant devenait proportionnel au débit,* c'est-à-dire à V.

Dans quelques observations de Ser, le courant, encore peu épais, mais relativement très large, circulait autour d'un gros et court tuyau (qui était le corps chaud), soit lisse, soit fortement *nervé*, ou entaillé de profondes cannelures longitudinales, par le fait desquelles sa surface se trouvait multipliée respectivement (à hauteur constante du cylindre) par 4 et par 6,6. Or ces accroissements relatifs de la surface ne multipliaient guère le pouvoir refroidissant que par leurs racines carrées environ. C'est bien, à peu près, ce qu'indiquent nos formules, supposé que le trajet L des filets fluides sur les cylindres à nervures ait grandi, en moyenne, dans le même rapport que la surface totale.

Pour distinguer ces différents constituants nous avons employé la méthode suivante : nous avons obtenu d'abord, sur une petite surface, un polissage plan. On distingue immédiatement, grâce à leur couleur propre, la Troïlite qui est jaune et les filons oxydés d'un gris plus ou moins violacé. Les autres constituants sont blancs, mais le carbure et le phosphore prennent un poli plus brillant que le fer et apparaissent en léger relief. En éclairage vertical les cavités apparaissent naturellement noires.

Pour rendre la distinction plus nette, on peut attaquer la surface par l'acide picrique qui granule la Kamacite et n'agit pas sur les autres constituants. La Taenite se différencie du carbure et du phosphure par son éclat moins vif, ses formes très allongées et le manque de netteté de ses contours. Ce dernier fait tient à ce que le passage de la Taenite à la Kamacite se fait, le plus souvent, d'une façon insensible. Il reste à séparer alors le carbure du phosphure. On y parvient aisément en chauffant la plaquette métallique aux couleurs de revenu. C'est une des premières méthodes qui aient été appliquées à l'analyse des fers météoriques. Comme l'a démontré récemment M. Stead, on peut donner à la Cohénite une couleur saumon ou même violette alors que la Schreibersite est encore blanche et la Kamacite jaunâtre. On peut aussi remplacer cette méthode par l'attaque au picrate de sodium alcalin en solution chaude comme l'a conseillé M. Le Chatelier. Dans ce cas, les colorations sont parfois moins uniformes que par recuit; mais ce second procédé nous a donné de meilleurs résultats parce que la Troïlite subit une transformation isomérique avec changement de volume, au-dessous de la température du recuit, et par suite se désagrège facilement.

Étude du métal. — La plaquette à étudier a été prélevée près de la surface de la météorite. On y rencontre surtout de la Kamacite avec une petite quantité de Plessite irrégulièrement répartie, alignée comme d'habitude suivant les trois côtés d'un triangle et dessinant vaguement les figures de Widmannstaetten; dans quelques endroits, la Plessite prend des formes courbes; ceci vérifie bien, sous le microscope et sur une petite surface, l'apparence extérieure que présente le bloc métallique au moment de son attaque par l'acide chlorhydrique étendu ([1]).

La Cohénite et la Schreibersite sont quelquefois indépendantes, mais, le plus souvent, associées soit en lames orientées parallèlement à la Plessite

---

([1]) H. Moissan, *Nouvelles recherches sur la météorite de Cañon Diablo* (*Comptes rendus,* t. CXXXIX, 1904, p. 773).

et qui contribuent même plus que cette dernière à dessiner les figures de Widmannstaetten, soit en rognons qui ont une tendance bien marquée à se relier aux figures précédentes. Sur ces petits échantillons, le carbure tend à envelopper le phosphure ainsi que nous l'avons vu déjà pour des nodules de plus grandes dimensions. Tous deux sont brisés et recoupés de failles. Ces failles peuvent être de simples fêlures mais souvent les rebords s'écartent et laissent voir entre eux soit le vide, soit des filons oxydés. Cette absence de cohésion ne permet pas un polissage complet. Il se produit toujours des arrachements, par conséquent des vides au fond desquels on aperçoit des cassures conchoïdales. Le polissage ne montre pas de Troïlite. Cependant, en attaquant la surface par une solution de sulfate de cadmium acidifié par 10 pour 100 d'acide sulfurique, on voit, sous le microscope, sortir de certaines failles de petites bulles gazeuses qui fournissent un précipité.

Les filons oxydés, rares et uniformes dans la Kamacite, se ramifient à l'infini dans les cassures de la Schreibersite et de la Cohénite. Ils sont souvent feuilletés et caverneux avec des colorations variables sans limites bien nettes; le degré d'oxydation n'est certainement pas uniforme et, de plus, les oxydes ont scorifié partiellement le phosphure de fer. La Kamacite contient fréquemment des inclusions de Rhabdite sous les formes connues, notamment en parallélogrammes.

Cet examen démontre que, dans les parties métalliques qui paraissent homogènes, on trouve, par l'étude microscopique, ce phosphure de fer entouré de carbure ainsi que nous l'avons rencontré dans les nodules et ainsi que le fournissent les expériences synthétiques de M. Stead.

Nous devons rappeler que la présence de la Schreibersite dans la météorite de Cañon Diablo a déjà été indiquée par Friedel, celle de la Taenite par Florence et par Zingler. Il en est de même de la Cohénite (Derby), de la Troïlite (Brezina) et de la Rhabdite (Florence). Cette question a été exposée d'une façon magistrale par M. Cohen dans son *Traité des météorites* [1].

Étude d'un petit nodule. — Ce nodule elliptique, légèrement écorné par le sciage, mesure 16^{mm} suivant son grand axe. Il est essentiellement formé d'un noyau de Troïlite ou sulfure de fer, plus ou moins fragmenté, entouré d'une couche de phosphure qui, elle-même, est enveloppée de carbure de fer au contact du métal. Une veine oxydée discontinue est venue s'intro-

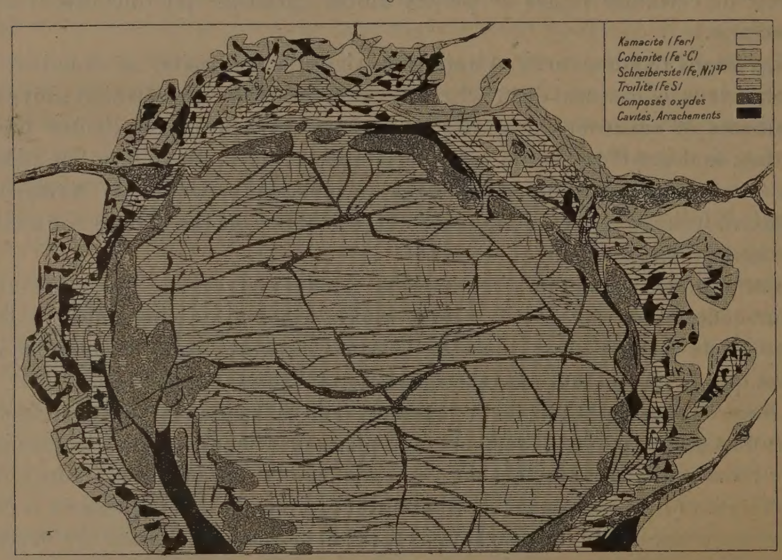
---

(1) E. Cohen, *Meteoritenkunde*. Stuttgart, 1894 et 1903.

duire entre la Troïlite et la Schreibersite en poussant aussi de fines ramifications au milieu de la Troïlite et dans les couches enveloppantes de phosphure et de carbure. Elle contient d'ailleurs un grand nombre de petites inclusions de Troïlite. Les quelques branches qui se détachent du nodule sont aussi formées par de la matière oxydée qui a entraîné et cimenté de menus fragments de Schreibersite et de Cohénite. D'après ce photogramme, il est évident que des phénomènes mécaniques violents ont dû réagir sur ces fragments métalliques au moment de la venue des agents d'oxydation.

La reproduction agrandie de ce photogramme (*fig.* 1) montre nettement les couches superposées de sulfure de fer, de phosphure et de carbure.

Fig. 1.



Étude d'un gros nodule. — Cet autre nodule, grossièrement elliptique avec des axes de 21^{mm} et de 17^{mm}, a dû avoir, à l'origine, la même structure que le précédent, mais il en est actuellement très différent par suite des phénomènes d'oxydation ultérieure dont nous avons parlé précédemment.

Comme l'a démontré M. Le Chatelier, il peut s'établir un équilibre entre le fer, le protoxyde et le protosulfure du même métal. Au contraire, en présence d'agents d'oxydation, rien ne limite l'oxydation du phosphure.

Dans ce nouveau nodule, le sulfure de fer a été, en grande partie, conservé, tandis que le phosphure est réduit à un petit nombre de grains qui ne sont plus à leur place primitive et que le carbure a complètement disparu.

Le nodule reste formé de fragments anguleux de sulfure cimenté par des matières oxydées. Si l'on regarde cette surface polie avec un grossissement suffisant, on remarque que ni l'un ni l'autre de ses constituants n'est homogène. La Troïlite a été comme laminée et a pris une structure schisteuse avec interposition de lamelles de protoxyde de fer, parallèlement à la schistosité.

D'autre part, le ciment oxydé de composition variable, comme l'attestent les teintes différentes de sa couleur, est criblé de petits grains microscopiques de Troïlite irrégulièrement répartis. Le ciment oxydé a aussi charrié quelques grains résiduels de phosphure et accidentellement de carbure. Il n'est pas rare de trouver des grains de phosphure qui ont gardé leur forme après oxydation totale et d'autres qui ont conservé un noyau encore intact. Enfin, le nodule entier est entouré d'un mince liséré poreux qui n'a pu être identifié avec aucun constituant connu.

Conclusions. — En résumé, cette étude micrographique de la météorite de Cañon Diablo nous a démontré que les parties métalliques qui paraissent homogènes renferment souvent des noyaux microscopiques et irréguliers formés de couches superposées de phosphure et de carbure de fer. De plus l'examen des nodules qui n'ont pas été soumis à l'oxydation extérieure nous a permis de reconnaître qu'ils sont formés de sulfure de fer ou Troïlite entourés de couches successives de phosphure et de carbure de fer. Enfin l'étude d'un autre nodule nous a permis de conclure que ce sulfure avait été soumis ultérieurement à des phénomènes d'oxydation et que, dans certains cas, il a dû supporter des pressions considérables, car la Troïlite a été comme laminée et a pris une structure schisteuse caractéristique.

PATHOLOGIE. — *Trypanosomiases et tsétsé dans la Guinée française.* Note de M. A. Laveran.

Dans une Note antérieure [1] j'ai montré que, en dehors de la Trypanosomiase humaine, endémique dans la plus grande partie de la Haute-

(1) A. Laveran, *Les Trypanosomiases dans l'Ouest africain français* (*Comptes rendus,* séance du 31 octobre 1904).

Guinée, on observait, dans la Guinée française, une Trypanosomiase des Équidés; j'ai signalé aussi l'existence de plusieurs espèces de *Glossina* (*Gl. palpalis, Gl. morsitans* notamment) dans différentes localités de la Guinée française.

Depuis la publication de cette Note, M. le Dr Tautain, secrétaire général du Gouvernement de la Guinée française, m'a adressé de nouveaux échantillons de sang d'Équidés atteints par l'épizootie, en même temps que plusieurs lots de mouches piquantes et des notes intéressantes sur la Trypanosomiase des Équidés en Guinée; je suis donc en mesure de compléter, sur quelques points, ma précédente Communication.

J'ai trouvé des Trypanosomes dans le sang de deux chevaux. L'un de ces chevaux appartenait au poste de Télémélé (région du Fouta-Dialon), l'autre au poste de Toumanéa sur la frontière du Fouta-Dialon et du Soudan.

M. Sauvain, chef du poste de Toumanéa, a fourni sur ce dernier cheval les renseignements qui suivent :

Jeune cheval, à Toumanéa depuis le mois d'avril 1904; a été conduit au mois de mai à Sanguiana (province de Balaya) où il est resté 1 mois environ. Les indigènes rapportent qu'il a été piqué par des mouches appelées *sigui tégué* (nom malinké). A son retour à Toumanéa, au mois de juin, il a commencé à maigrir.

A la fin de juillet, le cheval avait beaucoup maigri et il présentait un œdème abdominal très prononcé. Le bourrelet œdémateux, large de 10^{cm} à 12^{cm}, se prolongeait du côté des bourses qui elles-mêmes n'étaient pas engorgées. A la dernière période, on a noté un léger œdème des membres postérieurs.

Pendant la première quinzaine d'août l'animal a eu la fièvre presque continuellement; pendant la deuxième quinzaine, au contraire, et jusqu'à la mort, qui est survenue le 4 septembre, la température était le plus souvent au-dessous de la normale.

La faiblesse des membres était caractéristique à la dernière période de la maladie : la tête était abaissée, presque engagée entre les membres antérieurs et, quand on mettait l'animal en mouvement, le train de derrière fléchissait fortement.

On n'a noté aucun trouble de la vue.

Les urines ont toujours été de couleur normale.

Le 4 septembre, jour de la mort, la maigreur était extrême.

La maladie a duré trois mois environ.

L'autopsie faite une heure et demie après la mort a révélé les altérations suivantes :

La rate est augmentée de volume, friable; on distingue, sous la capsule, de petites taches ecchymotiques.

Le foie est également augmenté de volume, friable, avec de petites ecchymoses.

Sous le péricarde viscéral il existe une infiltration de matière gélatineuse; le myocarde est pâle. Caillots ambrés dans le cœur droit.

Poumons congestionnés s'affaissant incomplètement à l'ouverture du thorax; petites ecchymoses sous-pleurales.

Reins d'aspect normal.

Ce cheval appartenait au chef indigène de Toumanéa. C'est, dit M. Sauvain, le quatre-vingt-onzième cheval que perd ce chef qui est âgé de 55 à 60 ans; deux seulement sont morts de blessures, quatre-vingt-huit sont morts de la même maladie que le cheval dont l'observation est rapportée ci-dessus; jamais un cheval n'a pu vivre une année entière à Toumanéa.

A Sambatignan il est mort aussi dans ces dernières années beaucoup de bœufs, de moutons et de chiens, mais M. Sauvain n'a pu se procurer que des renseignements très vagues sur ces épizooties. Les bœufs vivent bien à Toumanéa alors qu'ils meurent dans une très forte proportion à Sambatignan.

La mouche *sigui tégué* existe à Toumanéa, comme à Sambatignan (Sauvain).

Les Trypanosomes trouvés dans le sang des chevaux de Téléméle et de Toumanéa sont courts, ils ne mesurent que 14^{μ} à 15^{μ} de long et se rapprochent, au point de vue morphologique, du *Trypan. dimorphon* de la Trypanosomiase des chevaux de Gambie. Il me paraît d'ailleurs impossible de se prononcer sur la véritable nature de ces Trypanosomes (comme de beaucoup d'autres) en s'appuyant sur les seuls caractères morphologiques; il sera nécessaire de les étudier à l'état vivant, au point de vue de leur action pathogène sur différentes espèces animales, et sur des animaux ayant acquis l'immunité pour les Trypanosomiases voisines.

En même temps que des préparations de sang de chevaux malades, M. Tautain m'a envoyé des mouches piquantes recueillies dans les localités suivantes : Téléméle, Toumanéa, Dinguiray, Touba, Kollangui, Medina-Kouta.

Dans le lot de mouches piquantes venant de Téléméle j'ai trouvé 10 *Glossina morsitans*.

Dans le lot de Toumanéa : 4 *Gl. palpalis* et 4 *Tabanus*.

Dans le lot de Dinguiray : 10 *Gl. morsitans* et 3 *Tabanus*.

Dans le lot de Touba : 15 *Gl. palpalis* et 4 *Tabanus*.

Dans le lot de Kollangui, comprenant 4 Diptères, je n'ai pas trouvé de *Glossina*.

Dans le lot de mouches venant de Medina-Kouta il s'agissait, 12 fois sur 12, de *Glossina* (*Gl. morsitans* 11, *Gl. palpalis* 1).

Dans ma Note antérieure j'avais déjà signalé la fréquence des *Glossina* dans les localités suivantes : environs de Conakry, Kissosso, Boffa (Rio-

Pongo), pays Baga, Boké, Bagatay (bas Rio-Nunez), vallée de Kolenté, Dinguiray.

Une conclusion s'impose : c'est que les *Glossina* ou *tsétsé* abondent dans presque toute l'étendue de la Guinée française où l'existence de plusieurs maladies à Trypanosomes est déjà démontrée : la Trypanosomiase humaine et une ou plusieurs Trypanosomiases des Équidés dont la nature n'est pas encore exactement connue.

C'est grâce au bon vouloir et à l'activité de M. le Dr Tautain et de ses collaborateurs que cette enquête sur les Trypanosomiases et les tsétsé dans la Guinée française a pu donner les résultats importants que j'ai fait connaître; il serait à désirer que des enquêtes semblables fussent entreprises dans toutes nos colonies. Il faut ajouter que M. le Dr Tautain s'est trouvé dans des conditions exceptionnellement favorables pour ces recherches en raison des importantes fonctions administratives qu'il remplissait.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly* (28 *décembre* 1904), *faites, au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par M.* F. Courty. Note de M. G. Rayet.

Observations de la comète.

Dates.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	ΔⱣ.
		h m s	m s	′ ″
1904. Déc. 31........	*a*	5. 5.13,07	+1.59,78	—10.40,4
31........	*b*	5.15. 7,03	+2. 4,60	+ 5.45,0
1905. Janv. 2........	*c*	1. 9. 0,71	+2. 9,33	+ 9.18,2

Positions moyennes des étoiles de comparaisons pour 1904,0 *et* 1905,0.

Étoiles.	Autorité.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.	Équinoxe.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a....	A.G. Wien-Ottak., nº 265	1.14.11,21	+2,86	98.29.41,1	+ 9,8	1904
b....	A.G. Wien-Ottak., nº 263	1.14. 7,12	+2,86	98.12.38,0	+ 9,9	1904
c....	A.G. Wien-Ottak., nº 274	1.16.30,16	—0,15	96.39.22,8	— 8,8	1905

Positions apparentes de la comète.

Dates.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
1904. Déc. 31.	10.25.34,3	1.16.13,77	$+\bar{1},555$	98.18.49,5	—0,825
31.	10.35.26,6	1.16.14,54	$+\bar{1},566$	98.18.14,1	—0,823
1905. Janv. 2.	6.22. 8,8	1.18.39,34	$+\bar{2},279$	96.48.50,2	—0,843

Nota. — Les observations du 31 décembre ont été faites dans la brume ou les nuages et la seconde position en $\mathcal{P}$ n'a pu être déterminée que par un seul pointé.

Le 2 janvier, le ciel est beau. La comète offre alors l'aspect d'une nébulosité à peu près ronde de 1′ de diamètre; elle possède un noyau assez nettement stellaire de 13e grandeur.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la brochure suivante :

International Association of Academies. Second general Assembly, held in London, may 25-27, 1904, under the direction of the *Royal Society of London.* — *Report of Proceedings.*

MM. **A. Binet du Jassoneix, Chavanne (G.), Guilliermond, d'Orbigny (H.), Resal (J.), Sauvageau (Camille), Servant** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

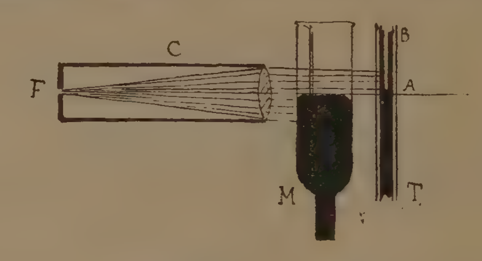
PHYSIQUE. — *Sur un mode de visée des surfaces larges de mercure.* Note de M. **A. Berget**, présentée par M. Lippmann.

La difficulté que l'on éprouve toujours à pointer, pour des mesures de précision, une large surface de mercure, m'a conduit à employer le dispositif suivant :

Soit M le mercure dont il faut pointer le niveau libre. On installe à côté de M un collimateur C *horizontal,* à fente très étroite F. Ce collimateur envoie un faisceau de rayons parallèles, et l'on dispose l'appareil de façon que le niveau libre à viser soit sensiblement vers le milieu du faisceau lumineux qui émerge du collimateur.

Derrière le vase contenant le mercure on dispose un tube très fin T, contenant aussi du mercure; on emploie avantageusement une tige thermométrique non graduée.

Dans ces conditions, toute la partie de la tige T qui est au-dessus du



niveau libre se trouve éclairée, alors que la partie qui est au-dessous reste dans l'obscurité.

L'éclairement de la partie supérieure se traduit par l'existence, sur le mercure du tube T, d'une génératrice lumineuse très fine AB, qui se termine brusquement et avec une grande netteté au point A, situé dans le plan même dont il s'agit de déterminer la cote au cathétomètre.

Cette génératrice est une ligne focale d'un miroir cylindrique, elle est donc définie en position, et le pointé de l'extrémité A se fait avec la plus grande précision. Dans les déterminations que j'ai faites, on a facilement et sûrement le centième de millimètre.

PHYSIQUE. — *Attraction observée entre gouttes liquides suspendues dans un liquide de même densité.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. G. Lippmann.

Quand des gouttes d'un liquide sont suspendues dans une masse d'un liquide non miscible avec elles, et de même densité, ces gouttes sont soustraites à la pesanteur et aussi à leur attraction mutuelle, qui se trouve équilibrée par la poussée due au liquide ambiant.

Si la distance qui sépare les gouttes est grande par rapport à leur diamètre, les forces capillaires sont tout à fait négligeables.

Cependant j'ai observé que les gouttes se rapprochent lentement, quel que soit le rapport de leur diamètre à leur distance mutuelle.

Il faut opérer sur une masse liquide maintenue à une température constante et uniorme, et d'ailleurs à l'abri de toute trépidation.

J'ai opéré dans la cave obscure d'une ferme distante de 2^{km} de tout endroit habité; la bâtisse est en partie creusée dans le schiste silurien qui forme la base des terres environnantes. La température, parfaitement uniforme, ne varie pas, dans cette cave, de $0°,05$ du jour à la nuit.

Le liquide était un mélange d'eau distillée et d'alcool absolu; les gouttes faites d'huile d'olive épurée.

Le mélange, de densité égale à celle de l'huile, est placé dans un cristallisoir cylindrique de 10^{cm} de hauteur, 15^{cm} de diamètre, dont les bords supérieurs rodés peuvent être fermés par une glace transparente plane.

Les gouttes d'huile y sont introduites à l'aide d'un tube capillaire très fin, qu'un dispositif très simple permettait de retirer normalement à la surface du liquide, à l'aide d'un déclic assez brusque pour que la goutte d'huile, retenue par frottement, restât immergée dans le liquide.

Le cristallisoir est protégé par un cylindre métallique contre le rayonnement de l'observateur.

On observait la projection de la position des gouttes dans un plan vertical et dans un plan horizontal. Pour cela le cylindre métallique, ouvert à sa partie supérieure, portait de plus une fente latérale verticale. Sous le cristallisoir, et en face de la fente, se trouvaient deux miroirs plans. Les gouttes jaunes, éclairées par un faisceau de lumière réfléchie, envoyé dans des directions convenables, se détachaient nettement de la masse du liquide; leurs positions s'observaient sans erreur de parallaxe sensible, grâce à la réflexion dans les miroirs.

Ascension verticale d'une goutte. — Quels que soient les liquides employés l'égalité absolue de densité n'est jamais obtenue; d'ailleurs il se produit toujours de très légères altérations chimiques, qui viennent modifier les densités initiales. Par suite, les gouttes montent ou descendent, mais avec une extrême lenteur.

En particulier, dans le cas de gouttes d'huile, dans un mélange d'eau et d'alcool, le phénomène connu *des larmes du vin fort* amène une augmentation lente de la densité des couches inférieures du mélange. Par suite les gouttes d'huile montent vers la surface; on constate de plus que leur transparence initiale est troublée, petit à petit, par une opalescence grisâtre.

On sera assuré que la masse liquide est en repos parfait lorsque l'ascension de la goutte d'huile se fera suivant une verticale.

Dans les conditions où j'ai opéré, j'obtenais toujours cette ascension verticale avec des gouttes placées soit au centre, soit à des distances quelconques des bords du cristallisoir.

Ascension dans le cas de deux ou plusieurs gouttes. — Si l'on introduit dans le mélange deux gouttes d'huile, les phénomènes changent. J'opérais sur des gouttes de diamètre variant de 1^{mm} à 5^{mm}, abandonnées sur un même

diamètre à environ 25^{mm} des bords; la distance initiale étant d'environ 100^{mm}.

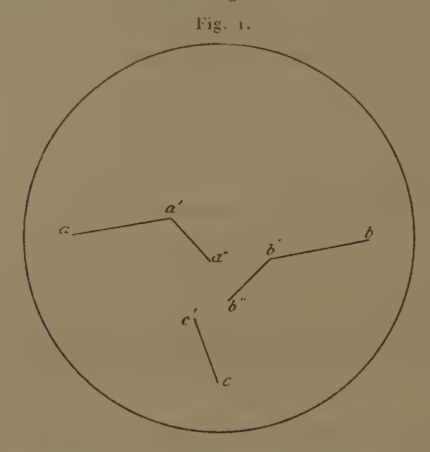
Des lectures faites de 2 en 2 heures, verticalement et horizontalement, permettaient de suivre la trajectoire de ces gouttes.

On a constaté ainsi qu'elles montent vers la surface selon une trajectoire dont les projections horizontales et verticales sont légèrement courbes, et toutes deux dirigées de façon à rapprocher les gouttes. Les vitesses de rapprochement sont à chaque instant sensiblement comme l'inverse de la distance entre les gouttes au même moment.

Si au cours d'une expérience on vient à introduire, avec des précautions convenables, une troisième goutte d'huile, les trajectoires des deux premières gouttes sont déviées vers la troisième goutte, qui suit elle-même une trajectoire analogue.

La figure 1 représente le graphique horizontal d'une expérience faite sur des gouttes d'huile de diamètre sensiblement égal à 2^{mm}; la durée totale de l'expérience

Fig. 1.



a été de 70 heures. Les portions aa' et bb' se rapportent à l'attraction entre les deux premières gouttes. $a'a''$, $b'b''$, cc' sont les trajectoires obtenues après l'introduction de la troisième goutte. L'expérience a été arrêtée parce que les gouttes sont arrivées à la surface avant de s'être rejointes et, à partir de ce moment, se sont très rapidement rapprochées.

Ces expériences sont assez difficiles; aussi je n'ai pu obtenir en deux mois (juillet-septembre 1902) que six courbes différentes.

Toutefois, la constance qui se manifeste dans leur allure générale m'a amené à étudier l'attraction entre corps solides immergés au sein d'une même masse liquide.

Les méthodes employées dans ces recherches feront l'objet d'une prochaine publication.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les propriétés radioactives photogéniques du corail calciné placé dans le vide radiant et soumis à l'influence des rayons cathodiques*. Note de M. **Gaston Séguy**, présentée par M. Lippmann.

Au cours d'une série d'expériences sur la phosphorescence des minéraux, des gaz et des corps chimiques soumis dans le vide à l'influence des rayons cathodiques et sur la valeur comparée de ces diverses luminescences et phosphorescences au point de vue photogénique, nous avons été conduit à exposer à l'influence de radiations d'origine différente, pendant une même durée de temps, des plaques sensibles photographiques, de même émulsion, de façon à juger de l'action radiochimique des diverses substances, constituant la source d'émission.

Ces expériences nous ont conduit à des résultats que nous nous bornerons à énoncer, sans interpréter, pour l'instant du moins, les causes et les origines du phénomène observé.

Les plaques exposées ont donné des clichés dont la valeur comparative, au point de vue photogénique, peut être exprimée par les nombres 0, 1, 2, 3, 4, chiffres qui correspondent à un effet nul, une pose insuffisante, un commencement d'image, une impression normale et, enfin, une image d'une netteté et d'une intensité parfaite.

Classement des 20 clichés, selon la méthode ci-dessus [1].

Numéros.			
2.	0	Spectre	jaune
12.		»	jaune
1.		»	jaune
6.		»	vert
5.		»	bleu
7.		»	bleu
9.	1	»	bleu
19.		»	Az rouge
10.		»	vert
8.		»	violet
11.		»	CO^2 vert

Numéros.			
4.		Spectre	rouge
15.	2	»	bleu
13.		»	ZnS vert
14.		»	violet
20.		»	bleu
16.	3	»	rouge
17.		»	Az rouge
3.		»	lampe incand.
18.	4	»	corail violet

(1) Voir le Tableau des épreuves, clichés négatifs résultant des expériences.

Comme l'indique le Tableau ci-contre, c'est le corail calciné (carbonate de chaux et de magnésie) qui a donné le cliché le plus parfait et le plus intense. Ce corail phosphorescent excite la fluorescence des écrans au platinocyanure de baryum.

La puissance photogénique de cet éclairage est plus grande que celle d'autres lumières, qui, à l'œil, paraissent plus brillantes. On en peut sans doute conclure que cette phosphorescence est riche en rayons ultra-violets.

PHYSIQUE. — *De l'action des très basses températures sur la phosphorescence de certains sulfures.* Note de M. **F.-P. Le Roux**, présentée par M. H. Becquerel.

L'action de la température sur l'émission de la lumière par les corps phosphorescents avait été entrevue par les anciens observateurs tels que Dufay et Couton. Mais c'est dans les mémorables recherches d'Edmond Becquerel que les circonstances de cette action ont commencé réellement à être précisées. Dans ses propres recherches, M. H. Becquerel a confirmé et étendu les résultats annoncés par son père (*Comptes rendus*, 1891, p. 557).

Le résultat général de leurs observations peut s'exprimer en disant que, pour chaque corps phosphorescent et chaque radiation émise, l'intensité relative de l'émission est une fonction nettement déterminée de la température; elle reste la même lorsque le corps en état de phosphorescence passe, toutes choses égales d'ailleurs, par une température donnée, soit par échauffement soit par refroidissement.

Les différents corps phosphorescents se comportent d'ailleurs de manières entièrement différentes.

Depuis l'époque des travaux d'Edmond Becquerel, la Physique s'est remarquablement enrichie du côté de l'obtention des basses températures, à l'occasion des recherches sur la liquéfaction des gaz.

Divers physiciens ont utilisé ces nouvelles ressources dans l'étude des phénomènes de phosphorescence. C'est ainsi que M. Pictet (*Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 527) opérant sur les sulfures de calcium, de baryum et de strontium, a observé l'extinction à des températures comprises entre — 100° et — 70°.

M. Dewar (*Chemical News*, 1894) aurait obtenu des résultats analogues. De même M. Ch. Henry (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 662) a constaté que son sulfure de zinc phosphorescent devient *presque noir* vers — 79°, et qu'après réchauffement il reprenait, autant qu'on en peut juger, l'intensité initiale.

J'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de reprendre toutes ces expériences en descendant jusqu'à la température de l'air liquide et en établissant des comparaisons méthodiques.

J'ai opéré sur le sulfure de calcium bleu clair, dont l'éclat, aux environs de la température du corps humain, varie d'une façon très sensible dans le même sens que la température.

A cet effet, j'ai tassé une certaine quantité de sulfure dans deux petits tubes de verre plats, scellés à la lampe, que j'ai excités simultanément avec une lumière de magnésium.

En plongeant un de ces tubes dans l'air liquide, la phosphorescence s'éteint *complètement*. Le tube étant retiré du bain réfrigérant, on voit la phosphorescence commencer à se rétablir au bout de quelques secondes et son intensité prendre sa valeur maximum lorsque le tube se trouve ramené en équilibre de température avec l'enceinte. Elle apparaît plus ou moins supérieure à celle du tube témoin suivant que le tube réfrigéré est resté plus ou moins longtemps dans l'état d'extinction. Cela s'explique immédiatement dans l'hypothèse que la réfrigération ne fait que suspendre l'émission de la lumière phosphorescente, sans la détruire même partiellement. La phosphorescence est conservée à l'état potentiel. Il en résulte que lorsque le tube réfrigéré revient à la même température que le tube témoin, il est plus lumineux que lui parce qu'il reprend une intensité que possédait ce dernier à une époque antérieure.

Une seconde question se pose maintenant : le corps étant initialement à une température où son énergie lumineuse acquise deviendrait continûment latente, peut-il acquérir directement une telle énergie sous forme continûment latente?

L'expérience répond affirmativement. Un tube de sulfure, ramené à l'état inactif par un abandon suffisamment prolongé dans la chambre noire, fut plongé, étant toujours dans la chambre noire, en un bain d'air liquide. Tout le système étant sorti de la chambre noire, il fut activé, ainsi qu'un tube témoin, au moyen de la lumière du magnésium.

Le tout étant ramené dans la chambre noire, le tube immergé ne manifeste point la moindre luminosité; on devait s'y attendre. Mais en sortant le tube du bain, et en le laissant se réchauffer, il devient lumineux, se comportant par rapport au tube témoin comme dans l'expérience précédente.

Il faut remarquer que, dans les expériences telles que je les ai réalisées, l'énergie lumineuse potentielle acquise a toujours été celle maximum que pouvait produire la lumière activante. La conclusion de ces expériences pourrait donc être formulée en disant : l'énergie lumineuse potentielle maximum que peut induire dans un corps phosphorescent donné une lumière activante donnée est indépendante de la température. La circonstance *température* n'influe que sur la vitesse de transformation de l'énergie lumineuse potentielle en énergie lumineuse actuelle.

PHYSIQUE. — *A propos d'une prétendue démonstration de l'existence des rayons* N *par la photographie d'écrans au sulfure de calcium insolé.* Note de MM. **M. Chanoz** et **M. Perrigot**, présentée par M. d'Arsonval.

M. Bordier [1] croit pouvoir démontrer l'existence des rayons N par l'expérience suivante :

Sur une plaque sensible recouverte de papier blanc il place un ou des écrans insolés formés de gouttes ou de bandes étroites d'un mélange de collodion et de sulfure de calcium.

Une masse d'acier trempé (lime ou billes) recouvre un certain nombre de ces gouttes ou bandes. Un poids égal de plomb est déposé sur d'autres gouttes ou bandes de sulfure.

La pose est de 48 heures.

Après développement de la plaque, on constate que chaque placard de sulfure a donné une impression photographique complexe : une zone noire centrale, une auréole grise dégradée périphérique. Dans ses expériences, M. Bordier observe que les auréoles sont plus larges sous la lime que sous le plomb. Il admet que la plus grande largeur de l'auréole est due à l'action de la lime, ou plutôt aux rayons N qu'elle émet. Il en conclut que c'est là une preuve objective de l'existence des rayons N.

N'ayant jamais, dans de nombreuses expériences antérieures, constaté de différences appréciables dans la trace photographique d'écrans au sulfure insolé soumis ou non au rayonnement N d'un bec Auer, nous avons tenu à répéter les essais de M. Bordier et à étudier les conditions de formation de l'auréole à laquelle cet auteur attache une si grosse importance.

Nous résumons ici ce que nous avons constaté d'essentiel dans nos recherches faites avec des écrans sulfurés : au collodion, à la gomme arabique et à matière poisseuse spéciale.

1° Il n'est pas nécessaire, pour constater les auréoles, de faire des poses de 24 ou 48 heures. Il suffit d'un temps très court (des secondes) pour les observer nettement quand elles doivent se produire.

2° Pour des écrans ne différant que par l'épaisseur de la couche de sulfure, la largeur de l'auréole dépend de l'épaisseur de cette couche.

Un écran à couche mince de sulfure obtenu par tamisation ne donne pas d'auréole appréciable s'il est placé *rapidement* au contact du papier blanc recouvrant *exactement* la plaque sensible. Un écran épais, formé par écoulement d'un tube du mélange

---

(1) *Comptes rendus*, décembre 1904.

de sulfure et de matière adhérente, donne dans les mêmes conditions une large auréole.

3° Pour un écran donné, la largeur de l'auréole dépend de la distance de cet écran à la plaque sensible.

L'auréole est minima si l'écran est muni d'une masse pesante plane qui l'applique aussi exactement que possible contre la plaque photographique. Dans de certaines limites, l'auréole augmente par éloignement de la plaque sensible, que cet éloignement se produise par l'existence d'un pli du papier blanc, d'une incurvation de l'écran ou de toute autre cause.

4° Si deux écrans identiques, *adaptés préalablement sous des masses pesantes égales, planes,* sont *au même instant* placés sur la plaque sensible, les auréoles sont les mêmes, quelle que soit la nature de chacune des masses pesantes.

Une différence de quelques degrés centigrades dans la température de ces masses pesantes n'influe pas pratiquement sur la grandeur des auréoles.

5° Soient deux écrans insolés identiques. L'écran n° 1 est placé sur le papier recouvrant la plaque sensible; on dépose ensuite sur la même plaque le n° 2 adapté préalablement sous sa masse pesante; finalement, c'est-à-dire 15 à 20 secondes après le début de l'expérience, on recouvre le n° 1 d'une charge égale.

Le cliché obtenu dans de telles conditions montre les résultats suivants :

a. Si les écrans employés sont à couche mince de sulfure, l'écran n° 1 possède une auréole; il n'y a pas d'auréole pour le n° 2.

b. Si les écrans sont à couche épaisse, l'auréole est plus large pour le n° 1 que pour le n° 2.

Ces résultats sont vrais *quelle que soit la masse pesante plane recouvrant chacun des écrans.*

En résumé, deux masses égales de plomb et d'acier trempé, placées identiquement par une face plane sur des écrans comparables comme épaisseur et insolation, ne donnent jamais d'auréoles différentes, quelle que soit la durée de la pose.

Si, dans des essais pratiqués avec des écrans identiques, on observe des auréoles inégales, il faut rechercher la raison de cette différences non pas dans la nature des masses pesantes utilisées, mais dans la manière dont s'est établi dans le temps et l'espace le contact des écrans isolés avec la plaque photographique.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sensibilité spéciale de l'oreille physiologique pour certaines voyelles.* Note de M. MARAGE, présentée par M. d'Arsonval.

MM. Zwardemaker et Quix [1] ont cherché le minimum de puissance nécessaire pour produire une sensation sur l'oreille : pour les tuyaux, ils

---

[1] *Archiv. für Anatomie und Physiologie* (*Physiologische Abtheilung : Supplément,* 1902, p. 367-398).

calculaient l'énergie sonore par la méthode de lord Rayleigh ([1]) d'après le débit et la pression de l'air. Ils ont trouvé deux maxima de sensibilité pour l'oreille, l'un pour le son 3072 (sol_5 3100 vs), qui correspond à la résonance du conduit auditif externe, et un autre pour le son 512 (ut_3 517 vs), déjà trouvé par Wead.

Il était intéressant de chercher si les sons voyelles présentaient des phénomènes analogues.

Il est très difficile d'employer les voyelles naturelles, parce que l'on ne peut pas déterminer, chez un sujet normal, le débit et la pression de l'air qui s'écoule des poumons pendant la phonation ([2]); j'ai donc pensé à employer les sons de la sirène à voyelles; il est facile, en effet, de mesurer sur cet instrument les deux quantités dont on a besoin; le travail dépensé pendant une seconde sera exprimé en kilogrammètres par le produit VH, le volume V étant mesuré en mètres cubes et la pression en millimètres d'eau ([3]).

Les conditions de l'expérience étaient les suivantes :

Altitude : 83^m.

Date : mois d'août entre 6^h et 7^h du soir.

Température comprise entre 20° et 23°.

Temps sec (il n'avait pas plu depuis un mois).

Vitesse du vent : nulle.

Nature du sol : prairie.

Observateur : oreille très fine, culture musicale nulle.

L'observateur et la sirène étaient à une distance déterminée et l'on augmentait l'énergie du son jusqu'à ce qu'il fût entendu.

Les résultats sont contenus dans le Tableau suivant, l'énergie est exprimée en kilogrammètres et la distance en mètres :

	OU.		O.		A.	
Notes.	Énergie.	Distance.	Énergie.	Distance.	Énergie.	Distance.
ut_{-1}......	0,06	70	0,012	70	0,016	70
ut_1.......	0,044	125	0,004	125	0,0033	125
sol_2.......	0,06	125	0,008	125	0,00055	125
ut_3.......	0,015	125	0,00037	125	0,00096	125
ut_3.......	0,038	150	0,0011	150	0,0022	150
ut_3.......	0,05	210	0,033	290	0,039	290

([1]) *Philosophical Magazine*, 1894.

([2]) Sur une femme trachéotomisée, Cagniard de Latour avait trouvé que la pression de l'air sortant était de 100^{mm} d'eau pour les sons graves et de 200^{mm} pour les sons aigus.

([3]) Lord Rayleigh, *loc. cit.*

	E.			I.	
Notes.	Énergie.	Distance.	Notes.	Énergie.	Distance.
ut_1	0,0023	70	ut_2	0,00026	70
fa_3	0,000071	125	fa_5	0,00045	125
fa_4	0,00013	125	si_5	0,00011	125
fa_4	0,00066	150	fa_6	0,0000003	125
fa_4	0,008	290	fa_6	0,0000003	150
			fa_6	0,014 (¹)	290

1. *Vocables.* — On voit que, à distance constante (125ᵐ), chaque voyelle est perçue pour un minimum d'énergie sur une note déterminée; pour OU et O, ut_3; pour A, sol_2; pour É, fa_3; pour I, fa_6. Dans ces conditions, la vocable correspondant à OU est ut_3; à O, ut_4; à A, $ré_4$; à É, fa_4; à I, fa_6. Or ces notes sont voisines de celles que des expérimentateurs, qui se servaient de l'oreille uniquement, ont trouvées comme vocables pour les voyelles. Ceci permet d'expliquer un point resté obscur dans leurs expériences de synthèse. Quand ils disaient, par exemple : en faisant vibrer un résonnateur $si\flat_3$ (très voisin de ut_4) au moyen d'un diapason à anche $si\flat_2$, on obtient un très bel O; cette expression assez vague, un très bel O, veut dire simplement que l'O obtenu pour un minimum d'énergie produisait la plus vive impression sur leur oreille. Il en est de même pour les autres voyelles.

2. *Voix chantée.* — Les professeurs de chant, et Lefort en particulier, admettent que l'on peut chanter n'importe quelle voyelle sur n'importe quelle note, comprise dans le registre de la voix, pourvu que la voyelle soit bien émise, c'est-à-dire que la note rendue par la cavité buccale soit dans le rapport que j'ai indiqué avec la note fondamentale; mais comme d'un autre côté l'oreille est plus sensible à certaines voyelles émises sur certaines notes, on s'explique que les chanteurs ne se gênent pas pour changer une voyelle émise sur une note uniquement pour être agréables à leurs auditeurs et cela est d'autant plus avantageux pour eux qu'ils ont besoin d'un moindre effort.

3. *Voix parlée.* — Un orateur peut avoir besoin d'émettre la voyelle portant le plus loin avec un minimum d'énergie, sur une note comprise dans le registre de sa voix : il est donc obligé de renoncer aux voyelles É et I qui ne portent loin que sur des notes trop aiguës. OU est éliminé puisque sur la note ut_3 il faut une énergie 0,015 pour porter à 125ᵐ; restent donc les deux voyelles O et A, et c'est en effet celles que l'on emploie.

4. Il était intéressant de se demander si l'éducation de l'oreille n'avait pas une certaine influence; j'ai donc recommencé les mêmes expériences en prenant comme observateur un très bon musicien ayant une oreille très cultivée. Les phénomènes ont été du même ordre mais encore plus marqués.

Applications. — 1° *La note des sirènes* employées sur les côtes est actuel-

(¹) Lord Rayleigh avait trouvé une énergie de 0,01862 pour un sifflet donnant fa_6 et portant à 200ᵐ.

lement le *ré*$_3$ après avoir été longtemps le *la*$_3$; peut-être y aurait-il lieu de chercher si des notes plus aiguës n'auraient pas une portée plus grande tout en exigeant une dépense moindre d'énergie.

2° *Dans les acoumètres*, il est indispensable non seulement d'avoir une vibration de nature déterminée, mais encore de bien connaître la note fondamentale sur laquelle cette vibration est émise.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fluorures d'indium et de rubidium*. Note de MM. **C. Chabrié** et **A. Bouchonnet**, présentée par M. H. Moissan.

Comme suite à des études précédentes entreprises par l'un de nous sur les métaux alcalins rares [1] et sur le poids atomique de l'indium [2], nous nous sommes proposé de préparer les fluorures de rubidium et d'indium.

Fluorure d'indium. — On prépare de l'hydrate d'indium par l'action de l'ammoniaque sur une solution de chlorure ou de sulfate d'indium. Cet hydrate, soigneusement lavé, est traité dans une capsule de platine par de l'acide fluorhydrique pur qui le dissout avec facilité. L'évaporation lente de la solution chauffée au bain-marie laisse déposer une masse cristalline blanche de fluorure d'indium hydraté.

Ce produit est formé d'aiguilles de plusieurs millimètres de longueur, d'un blanc mat, qui sont très peu solubles dans l'eau froide et insolubles dans l'alcool et l'éther. L'acide chlorhydrique le dissout bien à froid; l'acide nitrique le dissout mieux à chaud qu'à froid. L'eau mise à bouillir avec ce fluorure, puis abandonnée au refroidissement, laisse déposer une masse blanche et prend la réaction fortement acide. Il y a dissociation, car le produit qui reste après ébullition avec l'eau contient d'autant moins de fluor que la quantité d'eau employée a été plus considérable.

Le fluorure d'indium hydraté émet des vapeurs acides à l'air; il attaque les vases dans lesquels il a été conservé.

Si on le chauffe au rouge dans un creuset de platine recouvert d'un verre de montre, on constate que le verre est dépoli et qu'il reste au fond du creuset une poudre jaune qui est du sesquioxyde d'indium ne contenant plus de traces d'acide fluorhydrique, car l'acide sulfurique chauffé avec cette poudre ne donne pas de gaz capables de graver le verre.

---

[1] C. Chabrié, *Sur quelques composés du cæsium* (*Comptes rendus*, mars 1901) et *Contribution à l'étude du cæsium* (*Comptes rendus*, juillet 1901).

[2] C. Chabrié et E. Rengade, *Sur la place de l'indium dans la classification des corps simples* (*Comptes rendus*, décembre 1900) et *Contribution à l'étude de l'indium* (*Comptes rendus*, février 1901).

Si l'on chauffe dans un creuset de platine du fluorure d'indium, le produit perd son eau et prend un aspect blanc laiteux.

Le fluorure d'indium hydraté a pour formule $In^2F^6, 18H^2O$.

La théorie exige : In = 34,12; F = 17,14; H^2O = 48,74.

L'analyse a donné : In = 33,94; F = 17,02; H^2O = 49,04.

Fluorhydrate de rubidium. — En mélangeant en proportions convenables du carbonate neutre de rubidium en solution versée goutte à goutte dans de l'acide florhydrique, on obtient une solution de fluorhydrate de fluorure de rubidium.

En évaporant la solution très lentement, on a des cristaux en trémies très nets. Si l'évaporation est rapide, on obtient de larges tablettes contenant de l'eau mère.

Les cristaux sont, dans les deux cas, très déliquescents. Il sont insolubles dans l'alcool et l'éther. On ne peut les avoir anhydres qu'en les laissant longtemps sous une cloche contenant l'acide sulfurique dans laquelle on a fait le vide.

La théorie, pour le fluorhydrate de fluorure anhydre RbF.HF, exige Rb = 68,5; F = 30,64. Nous avons trouvé : Rb = 68,34; F = 30,47.

Si l'on chauffe le fluorhydrate anhydre de rubidium avec du fluorhydrate d'ammoniaque en grand excès jusqu'à ce que les vapeurs du sel ammoniacal aient cessé de se dégager, on obtient comme résidu une masse blanche dont la composition est voisine de celle du fluorure RbF sans cependant lui correspondre rigoureusement. La quantité de rubidium trouvée dans ce résidu est 78,98 pour 100, et la théorie exigerait 81,73.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Limite de copulation du diazobenzène et de l'aniline.* Note de M. **Léo Vignon.**

On sait que le chlorure du diazobenzène copulé avec l'aniline fournit, après transposition moléculaire, l'aminoazobenzène $C^6H^5N^2C^6H^4NH^2$.

Cette amine azoïque est diazotable et semble devoir fournir de nouveaux dérivés par copulation.

J'ai étudié la limite de ces réactions en me bornant au cas de l'aniline. Cette détermination est en effet un point de départ utile pour l'étude de copulations plus compliquées.

1° *Action du chlorure de diazobenzène sur l'aminoazobenzène.* — J'ai mis en présence 1^{mol} de chlorure de diazobenzène, 1^{mol} d'aminoazobenzène et 1^{mol} de carbonate de potassium, en variant les conditions de l'expérience.

Le chlorure de diazobenzène étant en solution aqueuse refroidie vers 0°, je l'ai fait agir successivement sur l'aminoazobenzène en solution alcoolique à + 5°, ou refroidie à — 4° : on n'observe aucune copulation, le chlorure de diazobenzène se décompose avec production d'aldéhyde éthylique.

Le chlorure de diazobenzène en solution aqueuse a été mis en présence d'aminoazobenzène en suspension dans l'eau; le mélange, refroidi à 0°, a été agité pendant 1 heure, 2 heures, etc., au secoueur mécanique, il n'y a eu aucune réaction.

En résumé, le diazobenzène ne se copule pas avec l'aminoazobenzène, et le corps

$$C^6H^5N^2NHC^6H^4N^2C^6H^5$$

n'a pu être obtenu.

2° *Action du chlorure de diazoaminoazobenzène sur l'aniline.* — Le corps

$$C^6H^5N^2C^6H^4N^2Cl,$$

en solution aqueuse refroidie vers 0°, réagit facilement sur l'aniline en solution aqueuse à 0° en présence du carbonate de potassium. Il se précipite un produit jaune, qui se purifie facilement par cristallisation dans l'alcool. Ce corps fond à 112° et présente les propriétés des diazoamines.

J'ai dosé l'azote diazoïque dans cette substance en opérant comparativement avec du diazoaminobenzène :

	Azote diazoïque	
	trouvé.	calculé.
Diazoaminobenzène	13,69	14,21
Diazoaminoazobenzène	6,90-7,40	9,30

Pour étudier la transposition moléculaire de ce corps en dérivé azoïque, je l'ai fait agir sur un mélange d'aniline et de chlorhydrate d'aniline, en opérant comparativement avec le diazoaminobenzène. La réaction est complète après 24 heures de chauffage à 40°. J'ai obtenu dans les deux cas de l'aminoazobenzène. Le mode de formation de ce corps est intéressant dans le cas de la transposition du diazoaminoazobenzène, on a en effet

$$C^6H^5N^2C^6H^4N^2NHC^6H^5 + C^6H^5NH^2 = 2(C^6H^5N^2C^6H^4NH^2).$$

L'aminoazobenzène semble donc être la limite de la copulation diazobenzène aniline. Je dois mentionner toutefois que, dans cette transposition, Nietzki et Diesterweg ont obtenu une très faible proportion du corps $C^6H^5N^2C^6H^4N^2C^6H^4NH^2$. Pour 1^{kg} d'amidoazobenzène ils formèrent à peine 10^g d'un composé acétylé

$$C^6H^5N^2C^6H^4N^2C^6H^4NHCOCH^3$$

se transformant lui-même avec un faible rendement en aminoazoïque.

3° *Action du diazobenzène sur l'aniline.* — J'ai laissé de côté la réaction de 1^{mol} de chlorure de diazobenzène sur 1^{mol} d'aniline, qui donne naissance au diazoaminobenzène.

Dans le but de préparer le corps $(C^6H^5N^2)^2NC^6H^5$ j'ai fait agir successivement :

a. 1^{mol} de chlorure de diazobenzène sur 1^{mol} de diazoaminobenzène pour réaliser la réaction

$$C^6H^5N^2Cl + C^6H^5N^2NHC^6H^5 + NaOH = (C^6H^5N^2)^2NC^6H^5 + NaCl + H^2O.$$

Aucune copulation ne se produit dans ce cas, quelles que soient les conditions de l'expérience.

b. 2^{mol} de chlorure de diazobenzène sur 1^{mol} d'aniline suivant

$$2(C^6H^5N^2Cl) + C^6H^5NH^2 + 2(NaOH) = (C^6H^5N^2)NC^6H^5 + 2(NaCl) + 2(H^2O),$$

résultat négatif. Ces réactions n'ont lieu ni en solution aqueuse, ni en solution dans les alcools éthylique ou méthylique.

Par contre, l'anilinebidiazobenzène se forme facilement dans la réaction indiquée par Pechmann et Frobenius : action de 2^{mol} de nitrosoacétanilide sur 1^{mol} d'aniline en présence d'un alcali suivant :

$$2(C^6H^5NONCOCH^3) + 2KOH + C^6H^5NH^2 = 2(CH^3CO^2K) + (C^6H^5N^2)^2NC^6H^5 + 2(H^2O);$$

en opérant à — 5°, l'anilinebidiazobenzène se précipite en aiguilles jaune orange; elle est très peu stable et détone fortement par élévation de température.

L'anilinebidiazobenzène, chauffée pendant 24 heures à 40° avec l'aniline et le chlorhydrate d'aniline, se transpose en un corps azoïque qui n'est autre que l'aminoazobenzène

$$(C^6H^5N^2)^2NC^6H^5 + C^6H^5NH^2 = 2(C^6H^5N^2C^6H^4NH^2).$$

L'aminoazobenzène représente en somme la limite stable des combinaisons azoïques possibles entre le diazobenzène et l'aniline. Il faut remarquer que cette limite diffère de celle qui est donnée par le diazobenzène et le phénol; j'ai montré, en effet (*Comptes rendus*, 24 mai 1904), que, dans ce dernier cas, la limite était constituée par le phénolbidiazobenzène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Camphène, camphénylone, isobornéol et camphre.* Note de MM. L. **Bouveault** et G. **Blanc**, présentée par M. A. Haller.

L'hydrogénation du camphre donne naissance à deux alcools capables l'un et l'autre de régénérer le camphre par oxydation : l'un des deux est le bornéol, identique au produit naturel, le second a été nommé d'abord *bornéol instable*, puis *isobornéol*. On les considéra naturellement comme deux alcools secondaires et M. Haller expliqua leur isomérie par des considérations stéréochimiques.

Ces deux alcools ont des propriétés chimiques assez différentes; tandis que le bornéol présente une très grande résistance à la déshydratation, son isomère perd facilement 1^{mol} d'eau, en se transformant en camphène. De son côté, le camphène se combine très aisément aux acides gras, en présence de petites quantités d'acide sulfurique, en donnant des éthers de l'isobornéol.

Depuis que l'oxydation méthodique du camphène a montré que cet hydrocarbure, si facile cependant à transformer en camphre, possède un squelette d'atomes de carbone différent de celui du camphre, un certain nombre de savants, notamment M. E. Wagner, ont émis l'idée que l'isobornéol est un dérivé immédiat du camphène et non pas du camphre et

n'est transformé en ce dernier qu'au moyen d'une transposition moléculaire. Ces savants représentent le camphène par une formule que, pour éviter toute controverse sur ce sujet spécial, nous écrirons simplement

$$C^8H^{14} = C = CH^2;$$

pour eux, l'isobornéol est l'hydrate de camphène, c'est-à-dire l'alcool tertiaire

$$C^8H^{14} = \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - CH^3.$$

Les mêmes savants sont d'accord pour donner à la camphénylone la formule $C^8H^{14} = CO$, étant entendu que le groupement C^8H^{14} est identique dans le camphène et la camphénylone.

Si les vues de M. Wagner sur la constitution de l'isobornéol étaient exactes, on devrait pouvoir faire la synthèse de l'isobornéol en traitant la camphénylone par l'iodure de méthylmagnésium. Cette expérience, réalisée par M. Tschugaeff, lui a fourni un alcool différent de l'isobornéol. Elle a été répétée par MM. E. Wagner, H. Moycho et F. Zienkowksi (*D. ch. G.*, t. XXXVII, p. 1037) qui ont, en effet, obtenu un alcool fondant à 117°,5-118°, complètement différent de l'isobornéol.

Ce nouvel alcool, le méthylcamphénylol, traité par l'acide sulfurique et l'acide acétique, donne un hydrocarbure présentant les constantes physiques du camphène et un acétate qui a semblé aux auteurs russes un mélange de son propre acétate et d'acétate d'isobornyle. Nous avons tenu à préparer également cet alcool tertiaire afin de le comparer à l'isobornéol, au point de vue de leur action sur l'acide pyruvique. L'un de nous a montré récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 984) que l'acide pyruvique décompose les alcools tertiaires en hydrocarbures éthyléniques et eau, tandis qu'il donne des pyruvates avec les alcools primaires et secondaires.

Afin d'être certain d'avoir un produit exempt d'isobornéol, nous avons purifié la camphénylone en la faisant passer à l'état de semicarbazone.

Cette combinaison cristallisée, très peu soluble dans les dissolvants, cristallise bien dans l'acétate d'éthyle bouillant et fond à 242°. La camphénylone qu'on en régénère bout à 195° et fond à 43°.

L'alcool tertiaire obtenu à l'aide de l'iodure de méthylmagnésium répond fidèlement à la description donnée par MM. Wagner, Moycho et Zienkowski. Nous l'avons mélangé à son poids d'acide pyruvique et nous avons porté rapidement le mélange à 140°-150°. Le produit se sépare aussitôt en deux couches : la supérieure est formée d'un hydrocarbure que nous verrons être le camphène racémique; l'inférieure, de l'acide pyru-

vique aqueux. Si, au lieu d'interrompre la réaction aussitôt, on maintient le produit pendant 6 à 8 heures à la température de 160°, on constate que les deux couches se mélangent à nouveau. En distillant le produit dans le vide on en retire du camphène et une notable quantité d'un pyruvate bouillant à 133°-134° sous 11^{cm} et fournissant une semicarbazone qui, après cristallisation dans le benzène, fond à 214° sur le bain de mercure (par projection sur le bain chaud, on n'obtient la fusion instantanée qu'à 221°).

Cette formation de pyruvate est due à ce que le camphène qui prend naissance dans la réaction se combine à l'acide pyruvique. Nous avons constaté que le camphène actif ($\alpha_D = -80°$) aussi bien que le camphène racémique, maintenus même à 100° pendant 6 à 8 heures avec de l'acide pyruvique, donne naissance au même pyruvate, fournissant la même semicarbazone. L'isobornéol régénéré de ce pyruvate est dans tous les cas inactif.

Le nouvel alcool se comporte donc bien comme un alcool tertiaire. Il y a d'abord déshydratation et ce n'est qu'ensuite que l'acide pyruvique se combine au camphène. Au contraire, l'isobornéol réagit sur l'acide pyruvique à 160° en s'éthérifiant lentement, comme le font les alcools primaires et secondaires. L'eau formée distille peu à peu entraînant avec elle une petite quantité de camphène, ce qui ne ressemble nullement à la réaction immédiate avec séparation en deux couches. On obtient avec un très bon rendement un pyruvate que sa semicarbazone démontre identique au précédent.

Pour démontrer la constitution du camphène provenant du méthylcamphénylol, nous l'avons transformé en camphre par la méthode de M. Berthelot. Ce camphre qui est racémique a fourni une oxime en magnifiques cristaux fusibles à 120°, identique à la camphoroxime racémique. Ce passage de la camphénylone au camphre en constitue une synthèse partielle assez intéressante.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la coagulation diastasique de l'amidon.* Note de MM. J. **Wolff** et A. **Fernbach**, présentée par M. Roux.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1217) nous avons fait voir le rôle important que joue, dans la coagulation diastasique de la fécule, l'état de liquéfaction de l'amidon produit soit par une diastase liquéfiante, soit par l'action de la chaleur sous pression. Nous avons rapporté des expériences dans lesquelles l'extrait coagulant et l'extrait liquéfiant agissaient soit simultanément, soit successivement. Les deux actions

successives peuvent être séparées d'une manière encore plus complète, en faisant agir l'une des diastases pendant un certain temps, et la détruisant ensuite par l'action de la chaleur avant de faire agir l'autre.

Expérience I. — On prépare de l'empois de fécule à 4,5 pour 100 et on le chauffe pendant une heure à 125°, c'est-à-dire très modérément. 10^{cm^3} de cet empois sont additionnés de $0^{cm^3},5$ de macération d'orge ou de blé à 10 pour 100. Après 20 minutes de contact, on chauffe à l'ébullition, on refroidit à la température ordinaire, et l'on ajoute $0^{cm^3},25$ d'une macération de malt, chauffée au préalable à 75°. Dans ces conditions, la coagulation se produit de la manière habituelle. Elle est d'autant plus lente à se produire qu'on ajoute moins d'extrait liquéfiant; mais le coagulum est d'autant plus abondant qu'il s'est produit plus lentement.

Expérience II. — On arrive à un résultat tout à fait comparable à celui de l'expérience ci-dessus en modifiant la température à laquelle on fait agir l'extrait liquéfiant. On hâte l'action de cet extrait en opérant à une température comprise entre 60° et 70°. Dans ce cas, il devient nécessaire de n'employer qu'une trace d'extrait liquéfiant qu'on laisse agir seulement pendant un temps très court. En employant les volumes d'empois et d'extrait d'orge indiqués dans l'expérience I, nous avons, à 60°, fait agir $0^{cm^3},05$ seulement d'extrait de malt chauffé à 75°. Au bout de 10 minutes, nous portons le tube à l'ébullition et nous le refroidissons à la température ordinaire. La coagulation commence à apparaître presque aussitôt.

Il suit de ces expériences que l'action de l'extrait de malt, chauffé de manière à ne lui conserver que sa propriété liquéfiante, révèle l'état de coagulation produit par l'amylocoagulase. Nous voyons, en outre, que le phénomène sur lequel nous avons antérieurement attiré l'attention pour la formation diastasique de l'amylocellulose (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 819) se manifeste également pour la coagulation de l'amidon; il suffit que la coagulation ait été *amorcée*, pour qu'elle se poursuive ensuite, alors même que les diastases ont été détruites.

Le phénomène amorcé peut être arrêté, aussi bien dans le cas de la formation lente d'amylocellulose que dans le cas de la production rapide d'amidon coagulé. Il suffit, pour arriver à ce résultat, d'ajouter un excès d'extrait de malt (5^{cm^3} environ d'extrait à 10 pour 100) après avoir fait agir successivement les deux diastases, comme dans l'expérience II; même à la température ordinaire l'amidon se trouve saccharifié, sans laisser le résidu d'amylocellulose qui accompagne toujours l'amidon coagulé.

L'addition de cet excès d'extrait de malt, produisant la saccharification complète, n'est même pas nécessaire pour arrêter le phénomène amorcé; il suffit de maintenir la température à 60°; on constate alors que, même après un temps très long, tout l'amidon est resté saccharifiable.

On peut même empêcher la formation d'amylocellulose dans un empois qui n'a été additionné d'aucun extrait diastasique si l'on maintient cet empois à une température voisine de 60°, alors que cette amylocellulose se forme en quantité déjà appréciable au bout de 1 heure, si l'empois est ramené à la température ordinaire. Nous avons pu ainsi conserver pendant plusieurs jours de l'empois sans avoir vu s'y former d'amylocellulose,

Cette observation fournit un nouvel argument au rapprochement que nous avons déjà fait dans une Note antérieure, en assimilant le phénomène de formation spontanée d'amylocellulose, découvert par M. Maquenne, à un phénomène amorcé diastasiquement.

Dans les expériences mentionnées plus haut, nous nous sommes servis d'empois modérément chauffé. Si l'on s'adresse à de l'empois fortement fluidifié par chauffage sous pression, on peut reproduire, en se contentant d'amorcer le phénomène, l'expérience de coagulation par l'extrait d'orge seul signalée dans notre Note précédente.

A 10^{cm^3} de cet empois fortement fluidifié on ajoute $0^{cm^3},5$ d'extrait d'orge à 10 p. 100. Au bout de 20 à 25 minutes de contact, on détruit la diastase par ébullition et l'on refroidit à la température ordinaire. On obtient au bout de 1 heure un coagulum abondant, dont la production est facilitée par l'absence de toute diastase saccharifiante ou liquéfiante.

Un tube témoin renfermant le même amidon, abandonné à lui-même, reste tout à fait fluide et ne fournit, au bout de 15 à 18 heures, qu'une quantité très faible d'amylocellulose alors que le coagulum de l'expérience précédente, étudié au bout du même temps, renferme ce corps en abondance. Pour donner une idée des rapports de ces quantités, nous citerons les résultats de deux expériences : dans l'une le rapport a été de $\frac{1}{4}$, dans l'autre $\frac{1}{10}$.

Si l'on fait agir de l'extrait d'orge seul sur de l'empois d'amidon chauffé modérément, en détruisant la diastase par ébullition au bout de 20 minutes, on n'observe pas de coagulation ; mais il se forme néanmoins de l'amylocellulose. Toutefois, sa proportion n'est pas beaucoup plus élevée que celle qui se produit dans un tube témoin, n'ayant pas reçu de diastase.

Nous pouvons tirer de ces dernières expériences la conclusion que l'état de liquéfaction favorable à la coagulation favorise également la formation diastasique d'amylocellulose. La différence entre les quantités d'amylocellulose qui se forment, d'une part en l'absence de diastase et d'autre part en présence de diastase, est d'autant plus grande que l'amidon a été amené par chauffage préalable à un état plus éloigné de son état naturel.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Dosage de l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées.* Note de MM. **Albert-Lévy** et **A. Pécoul**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans les atmosphères confinées dont l'étude nous est confiée par la Ville de Paris (écoles publiques, salles d'hôpital, voitures et tunnels du Métropolitain, etc.), nous dosons l'oxyde de carbone, même à l'état de traces, par la méthode si sensible et si précise, indiquée par M. Armand Gautier, fondée sur la réduction de l'acide iodique anhydre à une température comprise entre 60° et 80° (¹). Longtemps nous avons dosé l'iode ainsi mis en liberté par la méthode Rabourdin-Nicloux (potasse, acide nitreux, sulfure de carbone), mais en ayant soin de ne chauffer l'acide iodique qu'à 80°, comme l'avait indiqué M. Gautier, et non à 120° pour éviter l'action des autres gaz réducteurs de l'air.

Mais nous avons observé que ce dosage de l'iode peut être encore simplifié en le recueillant directement dans 3^{cm^3} à 4^{cm^3} de chloroforme bien purifié. Nous empêchons la volatilisation du liquide en le surmontant d'une petite colonne d'eau distillée.

Le chloroforme prend une teinte rose sous l'influence des plus légères traces d'iode et l'intensité de sa coloration permet de doser immédiatement le poids d'iode mis en liberté et par conséquent la proportion d'oxyde de carbone, en la comparant à une gamme colorée formée de tubes scellés contenant les mêmes volumes de liquide et des poids connus d'iode.

En évitant ainsi toute manipulation chimique, nous avons pu établir un appareil très simple, transportable à la main, que nous déposons dans les locaux suspects et qui, sur place, par la simple ouverture d'un robinet, permet d'indiquer rapidement, avec 4 litres d'air seulement, la présence de $\frac{1}{200000}$ d'oxyde de carbone.

Nous avons même pu déceler ainsi, en raison de l'oxyde de carbone qu'il contient, la présence de fuites de gaz d'éclairage, alors qu'elles n'étaient pas encore perceptibles à l'odorat.

(¹) Ce savant avait montré qu'à cette température les dilutions très étendues dans l'air, de vapeurs d'alcool, d'alcool méthylique, d'aldéhyde, d'acétone, n'agissent pas sur l'acide iodique. Nous ajoutons que, d'après nos propres expériences, l'aldéhyde formique lui-même n'a aucune action, dans ces conditions de dilution, sur l'anhydride iodique à 80°.

Nos expériences ont établi les faits suivants :

1° Tout l'iode mis en liberté est retenu par le chloroforme. Nous avons pu retrouver la totalité de l'oxyde de carbone contenu dans une atmosphère artificielle connue.

Après son passage à travers le chloroforme, l'air n'agit plus sur une solution de potasse. Il a donc cédé au chloroforme la totalité de son iode.

2° Le procédé est quantitatif. En comparant la coloration du chloroforme à une gamme de colorations obtenues en versant dans le même volume de liquide des poids d'iode connus, on obtient la proportion d'oxyde de carbone à $\frac{1}{200000}$ près.

Voici l'une de nos expériences :

D'un mélange d'air pur et de $5^{cm^3},330$ d'oxyde de carbone (toutes corrections de volume faites), formant en tout 500^{cm^3}, on prend 10^{cm^3} qu'on étend à 2000^{cm^3} par introduction d'air pur.

Cette atmosphère artificielle contient donc $\frac{1}{18760}$ d'oxyde de carbone, soit, pour ces 2 litres, $0^{cm^3},107$; notre lecture a donné $0^{cm^3},108$. Ce résultat est obtenu en multipliant par un coefficient donné le poids d'iode qui fournit une coloration identique à celle de l'analyse.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur le dosage rationnel du gluten dans les farines de blé.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Th. Schlœsing.

Dans une série de Communications antérieures j'ai attiré l'attention de l'Académie sur l'importance que présente aujourd'hui le dosage du gluten contenu dans les farines de blé, tant au point de vue des transactions commerciales qu'au point de vue de l'appréciation de la valeur industrielle des blés de grande culture. Or, la méthode employée pour ce dosage étant une méthode mécanique, il apparaît de suite que la façon dont elle est appliquée peut donner par entraînement des pertes variables qui conduisent, pour l'examen d'un même échantillon, à des résultats discordants. Ces pertes, bien connues de tous les praticiens et signalées notamment par M. Balland, sont dues à diverses influences. J'ai montré [1] que la principale réside dans la qualité défectueuse de l'eau employée au malaxage du pâton de farine, cette eau devant toujours contenir une certaine proportion de chaux qui joue, dans la coagulation de la gliadine du gluten, un rôle émi-

---

[1] *Annales de la Science agronomique française et étrangère,* t. I, 1898.

nemment propre à la fixation des particules de gluténine. Mais l'absence de chaux n'est pas la seule cause des erreurs qui se commettent journellement dans le dosage de gluten : la durée du malaxage, la nature de l'acide combiné à la chaux, l'acidité de la farine, la température de l'eau sont autant de facteurs qui interviennent pour jouer, suivant les cas, un rôle favorable ou défavorable. La présente Note le montre d'une façon péremptoire; en même temps elle fixe une méthode qui porte au minimum les proportions de gluten entraîné mécaniquement et elle règle les conditions dans lesquelles doit se poursuivre le dosage de l'élément azoté pour porter les erreurs au minimum et conduire à des résultats concordants.

La méthode en question consiste à laver le pâton de farine servant au dosage avec de l'eau prise à la température de 16°, contenant 100^{mg} de chaux par litre, cette chaux étant, pour la totalité ou pour les $\frac{8}{10}$ au moins, à l'état de bicarbonate; la durée de l'opération est fixée à 10 ou 11 minutes pour le malaxage et 2 à 3 minutes pour le lavage final, soit 13 minutes en tout. Le gluten est séché à 100°-105° et pesé. Les chiffres suivants montrent, par comparaison avec les résultats obtenus au moyen d'un dosage chimique opéré par saccharification à la diastase, que dans ces conditions la quantité de gluten entraîné mécaniquement ne dépasse pas 0,1 pour 100.

	Gluten pour 100 de farine : dosé chimiquement.	Gluten pour 100 de farine : dosé mécaniquement.
1	7,94	7,90
2	8,15	8,08
3	9,15	9,06

L'application raisonnée de cette méthode a permis de déduire les conclusions principales suivantes :

1° L'emploi de l'eau distillée au lavage du pâton de farine donne toujours un poids de gluten trop faible.

2° Dès que l'eau contient 20^{mg} de chaux à l'état de sulfate ou de chlorure, la quantité de gluten s'abaisse et la perte atteint 0,4 à 0,5 pour 100 du gluten quand la dose de chaux, à cet état, s'élève à 100^{mg} par litre.

	Gluten pour 100.		Gluten pour 100.
Eau type	8,59	Eau type	8,59
Eau à 10^{mg} de CaO à l'état de sulfate	8,54	Eau à 10^{mg} de CaO à l'état de chlorure	8,49
20 » »	8,30	20 » »	8,39
70 » »	8,22	50 » »	8,21
100 » »	8,15	100 » »	8,10

3° L'eau contenant du chlorure de sodium se comporte comme l'eau contenant du

chlorure et du sulfate de chaux. Il semble que dans ces trois cas la matière azotée entraînée soit constituée, pour la plus grande partie, par la globuline de la farine.

4° La présence du bicarbonate de chaux atténue les effets du chlorure et du sulfate.

		Gluten pour 100.
Eau type		7,77
Eau contenant	75mg CaO à l'état de bicarbonate / 25 » » sulfate	7,73
Eau contenant	75mg CaO à l'état de bicarbonote / 25 » » chlorure	7,66

5° Le dosage prolongé a pour effet d'éliminer la matière, gliadine ou gluténine, qui domine dans la constitution physique du gluten, et de ramener celle-ci au voisinage de la composition la plus favorable que j'ai fixée précédemment à 75 de gliadine pour 25 de gluténine.

		Lavage normal.	Gluten.	Pour 100 du gluten.	Lavage prolongé.	Gluten.	Pour 100 du gluten.
1.	Gliadine	6,13	7,44	82,2	4,57	5,87	77,8
	Gluténine	1,31		17,8	1,30		22,2
2.	Gliadine	6,54	10,18	64,3	6,54	9,78	74,5
	Gluténine	3,64		35,8	3,24		25,5

6° Le lavage après repos du pâton tend plutôt à diminuer qu'à augmenter le poids du gluten sec.

7° En opérant avec soin, la quantité de gluten trouvée aux températures comprises entre 15° et 35°, est sensiblement la même.

8° Lorsque, par suite de l'ancienneté, l'acidité d'une farine s'est élevée au point d'empêcher le gluten de s'extraire, la saturation par le bicarbonate de soude permet d'extraire l'élément azoté en quantité sensiblement égale à celle trouvée au moment où la farine était fraîche.

PHYSICO-CHIMIE. — *Recherches physico-chimiques sur l'hémolyse.* Note de M. Victor Henri, présentée par M. Dastre.

Nous avons entrepris, Mlle P. Cernovodeanu et moi, l'étude systématique du processus de l'hémolyse dans le but d'analyser le mécanisme de l'action des hémolysines et des différents corps qui favorisent ou empêchent leur action. Nous présentons d'abord les résultats relatifs à l'hémolyse des hématies de poulet par le sérum de chien.

Le sang de poulet est défibriné, puis centrifugé et les globules lavés deux fois avec

une solution de NaCl à 8 pour 1000. Le sérum de chien est obtenu par centrifugation du sang défibriné.

L'hémolyse est étudiée à la température de 31°. La proportion de matière colorante abandonnée par les hématies hémolysées est dosée au moyen du colorimètre.

1° *La vitesse d'hémolyse est indépendante de la quantité de globules rouges mis en contact avec une quantité donnée de sérum de chien.*

Ainsi, par exemple, on trouve les quantités suivantes de globules rouges hémolysés :

24 *décembre* 1904.

	Quantités de globules hémolysés après 35 minutes.
20cm³ émulsion glob. à 20 pour 100 + 0cm³,25 sérum	5,4
20 » 10 » + 0,25 »	4,8
20 » 5 » + 0,25 »	5,2
20 » 2,5 » + 0,25 »	4,8

31 *décembre* 1904.

	Hémolysés en 35 minutes.	Hémolysés en 67 minutes.
30cm³ émulsion glob. à 20 pour 100 + 9cm³,5 NaCl + 0cm³,5 sérum	5,5	9,5
30 » 10 » + 9,5 » + 0,5 »	6,2	11,2
30 » 5 » + 9,5 » + 0,5 »	5,1	9,6
30 » 2,5 » + 9,5 » + 0,5 »	5,1	»

Ce résultat rapproche l'action des hémolysines de celle des ferments solubles; on sait, en effet, que pour des concentrations moyennes la vitesse de transformation d'un corps, par un ferment soluble, est indépendante de la quantité de ce corps.

2° *Une quantité donnée de sérum de chien n'est capable d'hémolyser qu'une quantité limitée de globules rouges de poulet.*

Ainsi, par exemple, en additionnant 30cm³ d'une émulsion d'hématies de poulet à 10 pour 100 de quantités variables de sérum et de NaCl à 8 pour 1000 de façon que le volume total soit égal à 40cm³, on trouve que la proportion limite d'hématies hémolysées augmente avec les quantités de sérum :

Quantité de sérum	0cm³,3	0cm³,4	0cm³,5	0cm³,75	1cm³,0	1cm³,5	2cm³,0
Globules pouvant être hémolysés	15	19,5	30	56	93	100	100

L'action hémolytique d'un sérum est donc limitée, c'est là un caractère essentiel qui distingue les hémolysines des ferments solubles (pour ces derniers l'action est illimitée). Les microbiologistes identifient donc à tort l'action des hémolysines avec celle des ferments solubles.

3° *La vitesse d'hémolyse augmente lorsqu'on augmente la quantité de sérum ; cette vitesse augmente bien plus rapidement que la quantité de sérum.*

Ainsi, par exemple, les quantités de globules hémolysés en 36 minutes sont les suivantes :

Quantités de sérum...............	$0^{cm^3},3$	$0^{cm^3},4$	$0^{cm^3},5$	$0^{cm^3},75$	$1^{cm^3},0$	$1^{cm^3},5$
Globules hémolysés en 36 minutes.	5,0	6,9	10,0	28,2	66,6	95,6

Arrhenius et Madsen ont trouvé que cette vitesse d'hémolyse augmente comme le carré de la quantité de sérum. Cette conclusion ne peut pas être considérée comme exacte, puisque l'on trouve des résultats différents suivant le moment après lequel on détermine la quantité de globules hémolysés. L'influence de la quantité de sérum sur la vitesse d'hémolyse ne pourra être discutée que lorsque nous aurons établi la loi suivant laquelle se produit l'hémolyse.

4° *La vitesse d'hémolyse est très lente dans les 5 à 10 premières minutes, puis elle augmente rapidement et se ralentit ensuite régulièrement jusqu'à la fin.*

Il y a donc un certain temps de *mise en train, temps d'induction,* comme on dit en Chimie physique, après lequel la réaction marche d'une façon régulière.

Nous montrerons prochainement que cette première partie de la courbe de vitesse correspond au temps d'absorption de l'hémolysine par les globules rouges. Étudions maintenant la deuxième partie de la courbe de vitesse, c'est-à-dire à partir de la dixième minute jusqu'à la fin.

5° *La loi suivant laquelle se produit l'hémolyse des hématies de poulet par le sérum de chien est une logarithmique.*

Si a représente la quantité totale de globules hémolysés à la fin de la réaction et x la quantité hémolysée t minutes après le début de la réaction, l'expression

$$K = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a - x}$$

reste constante pendant toute la durée de l'hémolyse.

Donnons des exemples :

29 *décembre* 1904.

30^{cm^3} d'émulsion de glob. à 10 pour 100 + $9^{cm^3},5$ NaCl à 8 pour 100 + sérum.

	1°, $0^{cm^3},3$ de sérum.		2°, $0^{cm^3},4$ de sérum.		3°, $0^{cm^3},5$ de sérum.		4°, $0^{cm^3},75$ de sérum.	
Durées.	$\frac{x}{a}$.	K.	$\frac{x}{a}$.	K.	$\frac{x}{a}$.	K.	$\frac{x}{a}$.	K.
24 minutes...	0,33	0,0072	0,35	0,0077	0,33	0,0072	0,50	0,0125
63 » ...	0,56	0,0057	0,67	0,0076	0,65	0,0072	0,83	0,0122
94 » ...	0,78	0,0070	0,80	0,0074	0,79	0,0072	0,90	0,0106
190 » ...	0,96	0,0071	0,94	0,0065	0,96	0,0071	0,98	0,0090

Les valeurs de K restent donc bien constantes. Nous devrons maintenant étudier comment varie K avec la quantité de globules d'une part et la quantité de sérum de l'autre.

Nous présenterons d'abord l'étude des conditions d'absorption de l'hémolysine par les globules rouges.

ASTRONOMIE. — *Comète e 1904, découverte le 28 décembre 1904, à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. **Borrelly** (1).

Date de l'observ. 1904.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de compar.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoile de comp.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 28..	9				1.12		101		
» 29..	9. 5.54	−1.40,16	−22.25,1	5:5	1.13.38,10	$\bar{1}$,413	100. 0.31,5	−0,841	*a*
» 31..	7.25.33	−3.12,44	− 4.30,8	6:6	1.16. 2,95	$\bar{2}$,961	98.25.42,4	−0,839	*b*

Positions des étoiles de comparaison.

		Ascension droite moyenne 1904,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1904,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.....	7	1.15.15,39	+ 2,87	100.23. 6,0	− 9,4	½(196 W₁ Iʰ + 308 Radcliffe)
b.....	6-7	1.19.12,51	+ 2,88	98.30.22,7	− 9,5	½(1747 Paris + 323 Radcliffe)

La position du 28 n'est que grossièrement approchée. Ce premier jour, la comète a été vue au chercheur (182^{mm} d'ouverture) par M. Borrelly pendant une dizaine de

(1) Cette Note a été reçue le 3 janvier.

minutes seulement, après quoi le ciel s'est voilé. Son aspect était celui d'un noyau stellaire, entouré d'une très faible nébulosité d'un diamètre de 20″ à 30″. L'ensemble ressemblait à une étoile nébuleuse de 10e-11e grandeur.

Le 29, l'observation micrométrique a encore été faite au chercheur par M. Borrelly. Le noyau semblait moins brillant que la veille, tandis que la nébulosité était plus dense et plus apparente avec un diamètre d'une quarantaine de secondes.

Le 30, le ciel est resté couvert.

Le 31, l'observation a été faite à l'équatorial (255mm d'ouv.) par M. Esmiol, avec un ciel très pur. L'éclat général de la comète a sensiblement augmenté. Le noyau n'a plus l'apparence stellaire du premier jour; on dirait plutôt une nébuleuse planétaire avec un diamètre total de 55″.

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires et éphéméride de la nouvelle comète Borrelly* (1904, *déc.* 28). Note de MM. G. Fayet et E. Maubant, présentée par M. Lœwy.

Les observations utilisées pour ce calcul sont celles des 31 décembre (Kœnigsberg), 1er et 2 janvier (Marseille); on a obtenu :

T = 1905 janvier 1,0805, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 341^\circ.18',8 \\ \Omega &= 69.43,9 \\ i &= 35.40,7 \end{aligned}\right\} 1905,0$$

$$\log q = 0,19451,$$

d'où l'on a conclu l'éphéméride suivante, pour 12h temps moyen de Paris :

Dates. 1905.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Log Δ.	Log r.	Éclat.
	h m s	° ′			
Janvier 5......	1.23. 6	— 4.12	0,0708	0,1948	0,95
» 7......	25.58	— 2.36	0,0758	0,1952	0,92
» 9......	28.57	— 1. 2	0,0809	0,1957	0,90
» 11......	32. 0	+ 0.32	0,0864	0,1963	0,87
» 13......	35. 8	+ 2. 3	0,0920	0,1971	0,85
» 15......	38.21	+ 3.34	0,0978	0,1980	0,82
» 17......	41.39	+ 5. 3	0,1038	0,1990	0,80
» 19......	1.45. 2	+ 6.30	0,1097	0,2001	0,77

L'éclat du 31 décembre a été pris comme unité.

CHRONOMÉTRIE. — *Sur l'isochronisme du pendule des horloges astronomiques.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. Lœwy.

Des observations que je poursuis depuis 1901 sur un régulateur de Callier, retouché par M. Boudeaud, son successeur, semblent montrer que la relation qui existe entre l'amplitude du balancier et la marche de l'horloge n'est pas conforme à celle du pendule libre; ces variations d'amplitude sont dues surtout à l'épaississement des huiles.

J'ai donc résolu d'étudier le pendule en question en faisant varier systématiquement l'amplitude par le changement du poids moteur. Voici les résultats obtenus :

Poids moteur.	Amplitude.	Marche diurne observée.	Marche calculée en supposant le pendule libre.
kg	° ′	s	s
1	1.17	−0,57	−1,3
2	2.02	+0,50	−3,3
3	2.29	+0,50	−5,0
4	2.45	+0,14	−6,3

Les mesures portaient sur une semaine, l'heure était prise à l'Observatoire au moyen d'une bonne montre à détente.

La comparaison faite au départ était recommencée à l'arrivée et a toujours fourni le même résultat, le temps séparant ces deux mesures extrêmes n'était d'ailleurs que de trois quarts d'heure environ.

On a, d'autre part, constaté, au moyen d'un thermomètre donnant la *température moyenne* de la salle de l'horloge et que j'ai fait construire pour cette expérience, que la variation de marche due à la différence de température était de l'ordre de $0^s,1$ seulement.

Il résulte du Tableau précédent qu'entre 2°02′ et 2°29′, soit pour une variation d'amplitude de 9^{mm} environ, la variation de marche a été nulle. La courbe montre que pour 2°13′ le balancier présente son minimum de temps d'oscillation.

Je propose d'appeler *amplitude de réglage* d'un pendule actionné mécaniquement celle qui correspond au minimum de temps d'oscillation et pour laquelle une variation d'amplitude produit la variation minima de la marche.

J'attribue cette perturbation heureuse du défaut d'isochronisme à l'échappement, qui est toujours disposé de telle façon que l'impulsion ait lieu après le passage à la verticale.

Ainsi que l'a si bien fait remarquer M. Lippmann [1], une telle restitution fait retarder le pendule; mais on conçoit facilement que cet effet perturbateur croisse lorsque l'amplitude diminue.

Au contraire, pour de très grands arcs, qu'il m'a été impossible d'atteindre, la marche tendrait vraisemblablement vers celle du pendule libre.

Sans vouloir dire que la perturbation due à l'échappement intervienne seule dans l'explication du phénomène observé, dont une part est peut-être due à la suspension, je pense que cette Note répond à la question si souvent posée : à quelle amplitude doit fonctionner une horloge astronomique?

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur des éléments magnétiques au 1er janvier* 1905. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. E. Mascart.

Les observations magnétiques, à l'observatoire du Val-Joyeux (Villepreux, Seine-et-Oise), ont été continuées, en 1904, par M. J. Itié, avec les mêmes appareils, et réduites d'après les mêmes méthodes que les années antérieures.

Les valeurs des différents éléments au 1er janvier 1905 résultent de la moyenne des valeurs horaires, relevées le 31 décembre 1904 et le 1er janvier 1905, rapportées à des mesures absolues faites dans les derniers jours de décembre.

La variation séculaire est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1904 [2].

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'observatoire du Val-Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1905.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale	14°57',69	—4',50
Inclinaison	64°51',1	—3',8

(1) *Sur l'entretien du mouvement pendulaire sans perturbation* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 15).

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 40.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1905.	Variation séculaire.
Composante horizontale........	0,19724	+0,00042
Composante verticale..........	0,42015	−0,00029
Composante nord...............	0,19055	+0,00047
Composante ouest..............	0,05092	−0,00014
Force totale..................	0,46414	−0,00009

La station du Val-Joyeux est située par 0°19′23″ de longitude ouest et 48°49′16″ de latitude nord.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Communication osmotique chez les Poissons entre le milieu intérieur et le milieu extérieur (à propos de deux Notes de M. Quinton).* Note de M. **Jean Gautrelet**, présentée par M. Yves Delage.

Dans la Communication qu'il a faite le 5 décembre 1904 à l'Académie des Sciences, M. Quinton s'exprime ainsi : « Le fait que les Poissons possèdent une concentration saline de leur milieu vital toujours différente de celle du milieu où ils vivent pouvait donner à penser que ces organismes, contrairement aux Invertébrés marins, sont fermés osmotiquement au milieu extérieur. D'autre part le phénomène osmotique observé chez l'Anguille après son passage expérimental de l'eau de mer dans l'eau douce autorisait tous les doutes à cet égard. »

Nous tenons à rapprocher les conclusions de M. Quinton de celles que nous avons obtenues et publiées en 1902 (1).

Nos expériences ont porté alors sur des animaux marins, Invertébrés ou Poissons, à la station zoologique de Roscoff.

Au lieu de déchlorurer l'eau de mer nous l'avons bicarbonatée, et nous avons mesuré les variations parallèles de l'alcalinité apparente du sang des animaux qui y étaient plongés :

1° Dans un bac contenant 11^{l} d'eau de mer et 30^{g} de bicarbonate de soude, nous avons laissé séjourner 3 *Carcinus mænas* durant 20 heures.

L'alcalinité du sang du Crabe qui normalement est de 48^{mg} (exprimée en soude et par litre) était devenue égale à 599^{mg},9 de NaOH.

2° Une *Maia*, dans des conditions identiques, nous a indiqué une augmentation analogue de l'alcalinité.

(1) *Les pigments respiratoires et leurs rapports avec l'alcalinité apparente du milieu intérieur.* (Thèse Doct. Sciences. Paris, Schleicher, 1903.)

3°, 4°, et 5° Mêmes résultats avec *Mya,* avec *Pecten* et *Arenicola.*

6° Un *Gobius,* toutes conditions étant identiques, n'a donné comme alcalinité de son sang que 66^{mg} de NaOH dans deux cas et 133^{mg} dans une autre expérience. L'alcalinité normale du *Gobius* est d'ailleurs de 56^{mg}.

7° Avec le *Conger* nous avons obtenu une augmentation de l'alcalinité un peu plus forte : dans un cas 216^{mg} et dans l'autre 333^{mg}.

Le Congre est un poisson très voisin de l'Anguille; les expériences de M. Quinton et les nôtres se peuvent donc d'autant plus rapprocher; et l'on se rend compte que les conclusions auxquelles il aboutit sur l'ouverture osmotique des Poissons au milieu extérieur sont celles qui se déduisent aussi tout naturellement de nos recherches.

ZOOLOGIE. — *L'infection du* Padda oryzivora *par le* Trypanosoma paddæ *n'a pas de rapports avec l'infection de cet oiseau par l'*Halteridium Danilewskyi. Note de M. **Thiroux**, présentée par M. A. Laveran.

Lorsque nous avons présenté, l'année dernière, à l'Académie des Sciences une Note sur le *Trypanosoma paddæ* (1), nous avions été frappé de la fréquence, chez les paddas inoculés, d'une infection double par les trypanosomes et les halteridiums.

En présence des faits rapportés par Schaudinn au sujet des hématozoaires de l'*Athene noctua* et par Billet au sujet de certains hématozoaires de la grenouille verte, nous nous sommes demandé s'il n'y avait pas une relation entre le *Trypanosoma paddæ* et l'*Halteridium Danilewskyi* et si, en injectant des trypanosomes, on n'arriverait pas à provoquer l'apparition dans le sang des paddas de formes d'halteridium qui n'y préexistaient pas.

Les paddas, chez lesquels l'infection naturelle par le trypanosome est fort rare, sont très souvent parasités par l'halteridium, et cela d'une façon très inégale; certains de ces oiseaux n'ont que très peu de parasites endoglobulaires et il pourrait arriver que l'on ne s'aperçût de leur présence qu'après l'inoculation du trypanosome, ce qui pourrait conduire à des déductions erronées.

Nous basant sur ce fait que les serins, qui sont sensibles à l'inoculation du *Trypanosoma paddæ,* sont exempts d'hématozoaires endoglobulaires, et cela d'autant mieux qu'ils sont élevés en cage et moins exposés à l'infection

(1) *Comptes rendus,* séance du 11 juillet 1904.

que les oiseaux vivant à l'état de liberté, nous avons inoculé un certain nombre de serins.

Serins inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes sans halteridiums.	Serins inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes et des halteridiums.	Serins inoculés avec du sang de serin contenant des trypanosomes et pas d'hématozoaires endoglobulaires.	Total.
7	2	3	12

Les douze serins, inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes seuls ou mélangés d'halteridiums ou inoculés avec du sang de serin ne contenant que des trypanosomes, ont tous contracté une infection à trypanosomes et n'ont jamais présenté d'hématozoaires endoglobulaires. Ces oiseaux sont en observation depuis deux mois au moins.

L'expérience a été faite, d'autre part, sur des paddas dont le sang avait été soigneusement examiné à plusieurs reprises avant l'inoculation.

Paddas inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes sans halteridiums.	Paddas inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes et des halteridiums.	Paddas infectés d'halteridiums inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes sans halteridiums.	Total.
4	5	3	12

Les résultats de cette seconde série d'expériences confirment pleinement les précédents ; en effet, sur les douze paddas inoculés avec du sang ne contenant que des trypanosomes ou renfermant des trypanosomes et des halteridiums, les oiseaux chez lesquels des halteridiums avaient été notés comme préexistants ont seuls présenté ces hématozoaires endoglobulaires.

De ces expériences nous pensons pouvoir conclure que lorsqu'on rencontre, chez un même padda, *Trypanosoma paddæ* et *Halteridium Danilewskyi*, les deux parasites ont dans l'organisme du padda une évolution parfaitement distincte et qu'il y a réellement double infection.

M. L. Tourneux adresse un Mémoire intitulé : *Un mal ancien du cuir et de la peau. La guérison.*

(Renvoi à l'examen de M. Th. Schlœsing.)

La séance est levée à 4h. G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1905.
(Suite.)

Programme de la Société batave de Philosophie expérimentale de Rotterdam, 1904. 1 fasc. in-8°.

Meddelelser om Gronland, XXVI, XXVIII, 1 afd., XXIX, 1 afd., XXXI. Copenhague, 1904; 3 vol. et 1 fasc. in-8°.

Arkiv för Botanik, utgifvet af K. Svenska Vetenskaps-Akademien; Bd. III, Häfte 1-3. Stockholm, 1904; 1 vol. in-8°.

Publicationen der V. Kuffner'schen Sternwarte; Bd. VI. Theile 2-4. Vienne, 1903-1904; 3 fasc. in-4°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées sous la direction de l'Institut central météorologique, 1903; vol. XLV, Stockholm, 1904; 1 vol. in-4°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1902. Zurich, s. d.; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire météorologique et magnétique de l'Université impériale d'Odessa, 1901-1903. Odessa, 1905; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 janvier 1905.

Observations faites au cercle méridien en 1899 *et* 1900, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sougarret, Bergara et Sorreguieta, publiées par M. l'abbé Verschaffel, directeur de l'Observatoire d'Abbadia. Ascain, 1904; 1 vol. in-4°.

Marseille médical. Directeur : Ch Livon. 42e année, n° 1, 1er janvier 1905. Marseille; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. 69e année, n° 1, séance du 3 janvier 1905. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales médico-psychologiques. Rédacteur en chef : Dr Ant. Ritti. 63e année, n° 1, janvier-février 1905. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

International Association of Academies. Second general Assembly, held in London, may 25-27, 1904. London, published by the Royal Society, 1904; 1 fasc. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine

expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome X, n° 5. Saint-Pétersbourg, 1904; 1 fasc. in-4°.

Observaciones meteorológicas de Madrid, 1900 *y* 1901. Madrid, Bailly-Ballière e Hijos, 1904; 1 vol. in-8°.

Studien über die Anwendung der Capillaranalyse. Basel, Buchdruckerei Emil Birkhäuser, 1904; 1 vol. in-8°.

Notices sur des plantes utiles ou intéressantes de la flore du Congo. Bruxelles, Spineux et Cie, 1904; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles. Table analytique des vingt-cinq premiers volumes, 1875-1901. Louvain, J. Thirion, 1904; 1 vol. in-8°.

Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn for aaret 1904. Kjöbenhavn, Bianco Lunos Bogtrykkeri, 1904; 1 vol. in-8°.

Journal of the Royal colonial Institute. Session 1904-1905, n° 1, London, 1905. 1 fasc. in-8°.

The geographical Journal. Vol. XXV, n° 1, january 1905. London, 1905; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Sociedad astronomica de Mexico. Num. 34, enero de 1905. Mexico, 1905; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 janvier 1905.)

Note de M. *A. Lacroix,* Sur les microgranites alcalins du territoire de Zinder :

Page 23, lignes 8 et 9, *au lieu de* microperlite, *lisez* microperthite.
Page 24, ligne 16, *au lieu de* 3, *lisez* 3,00.
Même page, ligne 27, *après* fer, *lisez* (surtout à l'état de FeO).